

高等学校计算机规划教材

计算机软件项目 实训指导

方英兰 韩 兵 居 阳 刘高军 宋丽华 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书根据计算机专业的知识体系,并考虑 IT 行业主要岗位的技能要求,面向实际应用给出了循序渐进、任务驱动的 39 个实训项目,涵盖 Web 技术、C 语言、Java 开发、C++开发、网络技术、数据库技术、汇编语言、操作系统、嵌入式系统等课程的主要知识点和专业技能。全书共分 5 章:绪论、项目开发示例、基础训练、专题训练和综合训练。教师可按照计算机专业教学进度安排实训,建议基础训练对应第一学年的课程实践环节;专题训练对应第二学年的课程实践环节;综合训练对应第三学年的课程实践环节和毕业设计。本书为任课老师提供项目参考解答。

本教材与社会 IT 人才培养机构合作编写,借鉴了国际上先进的训练模式和培训项目,内容具有先进性和实战性,在教学实践中已得到良好反馈。本书可作为高等工科院校计算机、软件工程、信息管理等专业课程实践教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机软件项目实训指导 / 方项兰等编著. —北京:电子工业出版社, 2011.1

高等学校计算机规划教材

ISBN 978-7-121-12078-7

I. ①计… II. ①方… III. ①软件—高等学校—教学参考资料 IV. ①TP31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 205915 号

策划编辑:童占梅

责任编辑:童占梅

印 刷:

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:381 千字

印 次:2011 年 1 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

对于计算机专业学生来说，工程能力培养是整个大学学习生涯中极为重要的环节，它的时间贯穿整个大学时期。工程能力体现了大学生的专业素质。

参与工程项目可以逐步培养学生的软件开发能力，培养学生的合作意识和团队精神，培养学生对技术文档的编写能力，从而使学生提高软件开发的综合能力，提高软件项目的管理能力。

目前与工程能力配套的教材很少，我们编写的《计算机软件项目实训指导》内容依据计算机专业知识体系，配合大学四年教学进程，在内容安排上突出“循序渐进，任务驱动”的过程，在难度上教会学生如何完成从简单到复杂的任务，在过程上教会学生如何去实施设计、完成代码、通过软件项目考核。

本书根据计算机专业的知识体系，并考虑 IT 行业主要岗位的技能要求，面向实际应用给出了循序渐进、任务驱动的 39 个实训项目，精心设计了以下 5 章，以实例形式向读者介绍软件项目实训的过程。

第 1 章 绪论，从总体给出实训的目的意义、实训体系介绍。

第 2 章 项目开发示例，从软件开发的角给出软件开发方法、软件开发步骤和软件开发工具，使学生进一步了解和掌握软件工程原理，提高对实际项目的分析和设计能力，熟悉和掌握软件工程方法学，软件开发的过程，全面领会和贯通所学习的理论知识。

第 3 章 基础训练，包括 Web 网页制作、C 语言程序设计、面向对象程序开发三个方面，每个不同的方面有不同的题目可供选择。

第 4 章 专题训练，包括 Java 开发专题、C++开发专题、网络技术专题、数据库技术专题、汇编语言专题、操作系统专题和嵌入式系统专题等部分，从不同的方面训练学生的能力，为综合训练打下基础。

第 5 章 综合训练，设计了网站发布平台、即时通信系统、邮件服务器管理系统三个大的系统项目，要求学生通过团队合作的形式完成。

本书由高校教学一线的教师与社会人才培训机构合作编写，其中第 1 章由居阳编写，第 2、5 章由韩兵编写，第 3 章由刘高军编写，第 4 章的汇编语言专题、操作系统专题、嵌入式专题由宋丽华编写，第 4 章的 Java 专题、C++专题、网络专题、数据库专题及附录由方英兰编写。它凝聚了编者多年来实践课程教学 and 实际项目研发的成果，借鉴了国际上先进的训练模式和培训项目，内容具有先进性和实战性，在教学实践中已得到良好反馈。

教师可按照计算机专业教学进度安排实训，建议基础训练对应第一学年的课程实践环节；专题训练对应第二学年的课程实践环节；综合训练对应第三学年的课程实践环节和毕业设计。本书为任课老师提供项目参考解答。

本书可作为高等工科院校计算机、软件工程、信息管理与信息系统、电子商务等专业

课程实践教材。

本书 39 个实训项目列表如下：

序号	项 目 名 称	完成周期	备 注
1	静态 Web 网页制作——个人网站设计	2 周	一年级，网络
2	汽车订票系统	2~3 周	一年级，C 语言
3	扫雷游戏	1~2 周	一年级，C 语言
4	目录树	1~2 周	一年级，C 语言
5	智能猜数字游戏	1~2 周	一年级，C 语言
6	电子通讯录	2~3 周	二年级，面向对象
7	模拟 Windows 窗体实现	2~3 周	二年级，面向对象
8	宿舍楼管理系统	2~3 周	二年级，面向对象
9	图像处理程序	2~3 周	二年级，面向对象
10	拼图游戏	3~4 周	三年级，Java 专题
11	赛车比赛冠军竞猜游戏	2~3 周	三年级，Java 专题
12	即时通信软件	3~4 周	三年级，Java 专题
13	飞行器手机游戏	5~6 周	三年级，Java 专题
14	电子相册	4~5 周	高年级，C++专题
15	图片分析程序	2~3 周	高年级，C++专题
16	OCX 进程控制程序	3~4 周	高年级，C++专题
17	U 盘加密程序	1~2 周	高年级，C++专题
18	网络文件服务器	2~3 周	高年级，网络专题
19	AJAX 网络聊天室	1~2 周	高年级，网络专题
20	DNS 服务器实现	1 周	高年级，网络专题
21	SNMP 数据采集与分析软件	4~5 周	高年级，网络专题
22	数据库移植	2~3 周	高年级，数据库专题
23	小型图书馆管理系统	3~4 周	高年级，数据库专题
24	小型客房管理系统	3~4 周	高年级，数据库专题
25	小型餐饮管理系统	3~4 周	高年级，数据库专题
26	读/写磁盘文件	1~2 周	高年级，汇编专题
27	动画设计	1~2 周	高年级，汇编专题
28	微机间串口全双工通信	2~3 周	高年级，汇编专题
29	定制自己的 shell	2~3 周	高年级，操作系统专题
30	存储管理程序及其测试	2~3 周	高年级，操作系统专题
31	文件系统设计	2~3 周	高年级，操作系统专题
32	“连连看” 游戏	2~3 周	高年级，嵌入式专题

续表

序号	项 目 名 称	完成周期	备 注
33	视频播放器设计	2~3 周	高年级, 嵌入式专题
34	图片浏览器	2~3 周	高年级, 嵌入式专题
35	文件传输系统	2~3 周	高年级, 嵌入式专题
36	通讯录	2~3 周	高年级, 嵌入式专题
37	Linux 环境下网站发布平台	3~4 周	高年级, 综合训练
38	即时通信系统	3~4 周	高年级, 综合训练
39	邮件服务管理系统	3~4 周	高年级, 综合训练

由于水平有限, 书中难免存在疏漏之处, 希望专家和读者及时指正。联系方式 E-mail: fangyinglan@ncut.edu.cn。

编著者

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 实训背景	2
1.2 本科应用型人才培养目标	2
1.2.1 对本科应用型人才的知识要求	3
1.2.2 对本科应用型人才的能力要求	3
1.2.3 对本科应用型人才的素质要求	4
1.3 实训体系介绍	4
1.3.1 实训方案	4
1.3.2 实施要点	5
第 2 章 项目开发示例	6
2.1 组建开发团队	7
2.2 软件开发方法	8
2.2.1 Parnas 方法	8
2.2.2 结构化方法	8
2.2.3 面向数据结构的软件开发方法	9
2.2.4 问题分析法	9
2.2.5 面向对象的软件开发方法	9
2.2.6 可视化开发方法	11
2.3 软件项目开发过程	11
2.3.1 需求分析	12
2.3.2 概要设计	14
2.3.3 详细设计	16
2.3.4 编写程序	17
2.3.5 软件测试	20
2.3.6 相关技术比较	21
2.4 软件开发工具	24
2.4.1 需求分析工具	24
2.4.2 系统设计工具	30
2.4.3 编程工具	34
2.4.4 数据库工具	36
2.4.5 测试工具	37
第 3 章 基础训练	39
3.1 静态 Web 网页制作	40
3.2 C 语言程序设计	48
3.2.1 汽车订票系统	48

3.2.2	扫雷游戏	54
3.2.3	目录树	58
3.2.4	智能猜数字游戏	61
3.3	面向对象程序开发	65
3.3.1	电子通讯录	65
3.3.2	模拟 Windows 窗体实现	69
3.3.3	宿舍楼管理系统	74
3.3.4	图像处理程序	79
第 4 章	专题训练	85
4.1	Java 开发专题	86
4.1.1	拼图游戏	86
4.1.2	赛车比赛冠军竞猜游戏	90
4.1.3	即时通信软件	96
4.1.4	飞行器手机游戏	104
4.2	C++开发专题	109
4.2.1	电子相册	109
4.2.2	图片分析程序	114
4.2.3	OCX 进程控制程序	118
4.2.4	U 盘加密程序	121
4.3	网络技术专题	125
4.3.1	网络文件服务器	125
4.3.2	AJAX 网络聊天室	131
4.3.3	DNS 服务器实现	134
4.3.4	SNMP 数据采集与分析软件	136
4.4	数据库技术专题	145
4.4.1	数据库移植	145
4.4.2	小型图书馆管理系统	152
4.4.3	小型客房管理系统	159
4.4.4	小型餐饮管理系统	163
4.5	汇编语言专题	167
4.5.1	读/写磁盘文件	167
4.5.2	动画设计	173
4.5.3	微机间串口全双工通信	178
4.6	操作系统专题	186
4.6.1	定制自己的 shell	186
4.6.2	存储管理程序及其测试	194
4.6.3	文件系统设计	199
4.7	嵌入式专题	207
4.7.1	“连连看”游戏	207

- 4.7.2 视频播放器设计 210
 - 4.7.3 图片浏览器 214
 - 4.7.4 文件传输系统..... 216
 - 4.7.5 通讯录 219
- 第 5 章 综合训练..... 223
 - 5.1 Linux 环境下网站发布平台 224
 - 5.2 即时通信系统 229
 - 5.3 邮件服务管理系统..... 234
- 附录 A 实训报告模板..... 242
- 附录 B Web 项目规范..... 243
 - B.1 前言 243
 - B.2 内容 243
 - B.2.1 项目标准..... 243
 - B.2.2 项目的 HTML 代码规范..... 244
- 附录 C 综合性软件设计文档示例 247
 - C.1 系统需求 247
 - C.2 需求分析 248
 - C.3 概要设计 249
 - C.4 详细设计 251
 - C.5 编写程序 255
 - C.6 软件测试 257

第1章

绪论

本章导读

- 实训背景
- 本科应用型人才培养目标
- 实训体系介绍

1.1 实训背景

IT 产业已成为带动全球经济发展的支柱产业，IT 人才的培养成为制约 IT 产业更快发展的新问题。据调查，我国每年至少有几十万软件人才缺口，人才紧缺已成为影响我国 IT 产业发展尤其是软件产业发展的最大瓶颈。

我国高校中的计算机本科专业已达 800 多个，IT 类专业多年来一直是高校招生的热门专业，但近年来从计算机专业毕业生中听到的最多感叹是：就业难！就业难！甚至有一些毕业生，已经不顾及薪酬，只求能找到一份工作。

热门专业遇到了就业寒冬。一边是市场对 IT 人才的迫切需求，一边是计算机专业毕业生的庞大供应。两方面形成了巨大的反差。什么原因？大家众口一词地指向了我国现有的教育体制。

国内某门户网站一项最新在线调查显示，1500 多名被调查者中，55% 的人认为，是教育体制不适应社会需求，培养的学生动手能力差，工程经验缺乏，知识结构不合理；只有 10% 的人认为，是人才过剩或大学生眼高手低，造成大学生就业难。

据中央电视台“东方时空”与智联招聘联合推出的毕业生就业状况大型调查显示，在问到“雇主最看重求职者什么”时，57.8% 的雇主最先看的是“工作或实习经历”，其次是“专业”（44%）、“毕业院校”（28%）、“英语、计算机水平等”（21.6%），只有 3.5% 的雇主会首先看毕业生的“在校成绩”。

学生走上工作岗位以后，90% 以上的知识技能需要在工作岗位上继续学习，因此高校培养计划和课程体系必须适应他们未来的需要，以培养工程专业能力为主，但是专业能力和经验是无法通过课堂灌输式教学方式获得的，必须经过大量的实践才能够提高。

目前，各高校对培养方案中的实践性环节设置和实施越来越重视，很多高校建设了实习实训基地，积极鼓励和大力支持国内外著名软件企业参与软件人才培养改革和建设，引进先进的训练方法和内容，实行开放式办学。学生应该更具主动性，鼓励他们课余期间参与项目实践，提高实际工作技能，适应社会需求，提高就业竞争力。

1.2 本科应用型人才培养目标

国家教育部《关于高等理科本科专业基本培养规格、教学基本要求和修订教学计划的意见》将高等理工科本科生的基本培养规格从业务上分为“基础型”和“应用型”两种，前者少而精，后者则是大量的。对于“应用型”人才的基本规格，更强调了对相关的生产技术、技术经济和管理的基本知识的了解，对应用方法和技能的初步训练，对较强的运算、测试、分析能力，以及一定的应用研究、科技开发、科技管理和分析解决一般生产实际问题能力的要求。

当今世界知名 IT 企业已经摒弃过去那种作坊式的软件生产模式，取而代之的是完全按照多层次、专业化组建的大规模“工厂化”、“流水线式”的生产模式，只有依靠不同的专业人才分工配合，才能生产出最具竞争力的产品。

计算机行业各岗位的人才需求呈“金字塔”型：大量需要的是处在生产一线的编程人员，占总人数的 60%~70%；中间是从事软件设计、测试设计的人员，占总数的 20%~30%；处在最顶端的是系统分析人员，占总数的 10%。计算机本科应用型人才首先应该能够成为普通基层编程人员，通过一定时间的锻炼他们应该能够成为软件设计工程师和测试工程师，部分人员通过长期锻炼和实践能够成为系统分析师。就计算机科学与技术三个基本学科形态（理论、抽象和设计）而论，计算机本科应用型人才培养的目标应该是理论够用和适用、有一定的系统级认识能力和抽象能力、具备很强的设计能力和工程实践能力的应用型人才。

1.2.1 对本科应用型人才的知识要求

要求学生比较系统地掌握下面各知识领域的知识：

- (1) 离散结构
- (2) 模拟电路和数字电路
- (3) 程序设计基础
- (4) 算法与复杂性（数据结构）
- (5) 计算机组织与体系结构
- (6) 操作系统
- (7) 计算机网络技术
- (8) 程序设计语言（面向对象技术）
- (9) 图形学和可视化计算（计算机图形学）
- (10) 智能系统（人工智能）
- (11) 信息系统
- (12) 软件工程
- (13) 数字信号处理

各专业方向需加强相关知识领域的要求。如软件工程方向：增加对软件工程知识领域的要求，重点包括软件需求、软件设计、软件构建、软件测试、软件维护、软件工程工具和方法、软件质量等要求。再如，信息系统方向：增加对信息系统知识领域的要求，重点包括信息系统基础、电子商务策略、架构和设计、数据库管理系统的物理设计和实现、分析和逻辑设计、项目管理实践。

1.2.2 对本科应用型人才的能力要求

重点培养学生的实践能力，即分析问题和解决实际问题的能力。强化实验能力和工程实践能力。一方面，要求对于实际问题能够进行整体把握和系统分析；另一方面，要求学生对于实际问题能够进行抽象，通过实验建立相关的概念模型、物理模型、数学模型或原型模型等，以准确地描述具体的实际问题。此外，还要求学生能够应用系统工程的方法，特别是软件工程方法，进行准确的设计和开发。具体来说，要具备下面三种能力：

- (1) 系统级的认识能力。它是综合知识掌握能力的体现，既能理解系统各层次的细

节，又能站在系统总体的角度从宏观上认识系统。这种理解必须超越各组成部分的实现细节，能够认识到计算机的软件体系结构、硬件体系结构和网络体系结构的关系和分析过程。

(2) 抽象（模型化）能力。抽象的结果是概念、符号、模型。主要要素为数据采集方法和假设的形式说明、模型的构造与预测、实验分析、结果分析。在为可能的算法、数据结构和系统结构等构造模型时使用此过程，然后对所建立的模型的假设、不同的设计策略及所依据的理论进行实验。用于和实验相关的研究，包括分析和探索计算的局限性、有效性、新计算模型的特性，以及对未加以证明的理论的预测的验证。

(3) 设计能力。源于工程学，用来开发求解给定问题的系统和设备。主要要素为需求说明、规格说明、设计和实现方法、测试和分析，用来开发求解给定问题的系统。

1.2.3 对本科应用型人才的素质要求

据调查，用人单位对求职者应具备的素质要求可归纳为以下 10 项：

- (1) 诚实和正直
- (2) 口头和书面的交流能力
- (3) 协同工作能力
- (4) 人际交往能力
- (5) 工作的动力和主动性
- (6) 职业道德
- (7) 分析能力
- (8) 灵活性和适应能力
- (9) 计算机技能
- (10) 自信

诚实和正直高居素质要求的第一位，充分说明社会对于毕业生良好精神品质的重视。当然，素质是非常抽象的概念，除了包含精神品质以外，素质还是知识和能力的升华，高素质可使知识和能力更好地发挥作用，还可促使知识和能力得到不断的扩展和增强。计算机本科应用型人才主要面向企事业单位从事软件项目设计，都会涉及团队开发以及与客户沟通的问题，因此口头和书面交流能力、协同工作能力、人际交往能力及项目管理能力也非常重要。

1.3 实训体系介绍

1.3.1 实训方案

实训体系主要由一系列实训项目构成。依据计算机专业知识体系，配合大学四年的学习进程，并考虑到 IT 业主要岗位技能要求，给出一系列循序渐进的实训项目，每一个实训项目涵盖若干知识点，并有针对性地训练某一方面的技能。通过这些项目学生可得到较系统和全面的专业训练。

实训方案如表 1-1 所示。

表 1-1 实训方案

项目 类型	项目名称	各学期分配										
		一	二	集中实践环 节或暑假	三	四	集中实践环 节或暑假	五	六	集中实践环 节或暑假	七	八
基础 训练	静态 Web 网页制作											
	C 语言专题											
	面向对象专题											
专题 训练	C++开发专题											
	Java 技术专题											
	汇编语言专题											
	网络技术专题											
	数据库专题											
	操作系统专题											
	嵌入式系统专题											
	Linux 环境下网站发布											
综合 训练	即时通信系统											
	邮件管理服务系统											

1.3.2 实施要点

实训目的是以实践的方式带动知识的学习，通过做项目学习知识，掌握运用知识的技能。实训方法是把学生放到工程项目环境中，通过案例教学和企业运作过程（软件生产和开发过程）的模拟或以真实项目为背景进行教学设计和实施。一开始，学生可能不知如何下手，可能会有大量的问题，教师在指导中不要“有问必答”，大多数问题可以指导学生去查资料，训练独立思考能力，纠正学生不爱动脑、不会钻研的“等、靠、要”习惯。

本书以项目实战方式，指导学生循序渐进地完成 39 个项目的开发过程，达到提高工程应用能力的目标。总的编程代码量可达到 3 万行。以上实际工作现场不仅是培养学生专业技能的实战场所，也是培养社会责任心、职业道德、诚信品质、团队精神的实训环境，更是学生走向就业、走向社会的最佳途径。

第 2 章

项目开发示例

本章导读

- 组建开发团队
- 软件开发方法
- 软件项目开发过程
- 软件开发工具

2.1 组建开发团队

团队就是一个具有共同价值观、为最终的使命而共同奋斗的联合体。组建团队就是要整合、利用大家现有的资源共同去达成一个自己想要达成而又凭借自己的力量无法达成的梦想。理解其他人的行为对于走好软件项目管理的第一步，将人员组成一个有效的软件工程团队是至关重要的。

项目组是由一组个体成员为实现一个具体项目目标而协同工作的队伍。他们在项目经理的领导下，群策群力，为实现项目目标而努力工作，具有临时性和目标性特点，下面以职能型组织结构（如图 2-1 所示）为例来说明各个职业角色的工作内容。

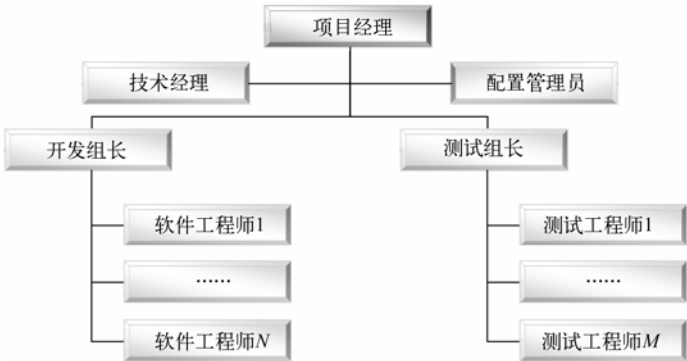


图 2-1 简单的项目组织结构

在这个组织结构中，相关角色的职责如表 2-1 所示。

表 2-1 组织结构角色职责

角 色	职 责
项目经理	<ul style="list-style-type: none">➤ 管理软件、测试、资料等开发组成员组成的开发团队，完成开发过程中的资源管理➤ 组织制订项目计划，承担该项目的计划落实并负责开发组的日常管理，确保达成预定的质量、进度、功能、技术和成本目标➤ 检查、监督、评价各项开发活动的实施情况，确保各项活动按流程规范操作
技术经理	<ul style="list-style-type: none">➤ 组织需求分析、设计活动➤ 审查单元测试、集成测试、系统测试，验收测试的结果➤ 协助项目经理监控技术进展，参加与客户的相关技术交流➤ 理解和把握项目的技术细节和关键路径，解决项目实施过程中的技术难点，保障项目开发的顺利进行
配置管理员	<ul style="list-style-type: none">➤ 搭建项目所需硬件环境，确保项目组能够正常开发并完成测试工作➤ 搭建版本控制服务系统➤ 为项目组成员提供必要的开发工具和模板
开发组长	<ul style="list-style-type: none">➤ 根据项目计划组织小组开发➤ 带领团队准备概要设计、详细设计➤ 提供相关领域的工作培训，如学术领域、问题解决、开发平台等➤ 协调其他开发组长解决相关模块间的问题➤ 解答项目组成员在日常工作中提出的技术问题

角 色	职 责
软件工程师	<div>➤ 按照计划、过程手册、流程的定义实施需求分析、设计、编码</div> <div>➤ 有责任按时、保质、符合性能要求地完成任务</div> <div>➤ 确保所有活动被正确地文档化</div>
测试组长	<div>➤ 协助项目经理确定测试相关的策略和计划</div> <div>➤ 制订系统测试计划和测试方案</div> <div>➤ 组织系统测试的执行，并监控进展</div> <div>➤ 审核软件产品，验证与配置环境是否匹配</div>
测试工程师	<div>➤ 按照测试计划和测试方案实施系统测试</div> <div>➤ 有责任按时、保质地完成测试任务</div>

2.2 软件开发方法

软件开发方法（Software Development Method）是指软件开发过程所遵循的办法和步骤。软件开发是一项复杂的系统工程，20 世纪 60 年代爆发的软件危机，促使人们探讨科学的软件开发方法，经过长期的开发实践，人们提出了许多软件开发方法。

2.2.1 Parnas方法

最早的软件开发方法是由 D. Parnas 在 1972 年提出的。由于当时软件在可维护性和可靠性方面存在着严重问题，因此 Parnas 方法是针对解决这两个问题而提出的。

首先，Parnas 提出了信息隐蔽原则。在概要设计时列出将来可能发生变化的因素，并在模块划分时将这些因素放到个别模块的内部。这样，在将来由于这些因素变化而需修改软件时，只需修改这些个别的模块，其他模块不受影响。信息隐蔽技术不仅提高了软件的可维护性，而且避免了错误的蔓延，改善了软件的可靠性。现在信息隐蔽原则已成为软件工程学中的一条重要原则。

其次，在软件设计时应应对可能发生的种种意外故障采取措施。软件是很脆弱的，很可能因为一个微小的错误而引发严重的事故，所以必须加强防范。如在分配使用设备前，应该取设备状态字，检查设备是否正常。此外，模块之间也要加强检查，防止错误蔓延。

Parnas 对软件开发提出了深刻的见解。遗憾的是，他没有给出明确的工作流程。所以这一方法不能独立使用，只能作为其他方法的补充。

2.2.2 结构化方法

1978 年，E. Yourdon 和 L. L. Constantine 提出了结构化方法，即 SA/SD 方法，也称面向功能的软件开发方法或面向数据流的软件开发方法。1979 年 TomDeMarco 对此方法做了进一步的完善。

Yourdon 方法是 20 世纪 80 年代使用最广泛的软件开发方法。它首先用结构化分析（SA）对软件进行需求分析，然后用结构化设计（SD）方法进行总体设计，最后是结构化编程（SP）。这一方法不仅开发步骤明确，SA、SD、SP 相辅相成，一气呵成，而且给出了两类典型的软件结构（变换型和事务型），便于参照，使软件开发的成功率大大提高，从而

深受软件开发人员的青睐。

2.2.3 面向数据结构的软件开发方法

面向数据结构的方法是将数据结构作为程序设计的基础。其最终目标是得出对程序处理过程的描述，适合于在详细设计阶段使用。也就是说，在完成了软件结构设计之后，可以使用面向数据结构的方法来设计每个模块的处理过程。

使用面向数据结构的方法，首先需要分析并确定数据结构，用适当的工具清晰地描述数据结构。虽然程序中实际使用的数据结构种类繁多，但是它们的数据元素彼此间的逻辑关系却只有三类：顺序结构、选择结构、循环结构。顺序结构的数据由一个或多个数据元素组成，每个元素按确定次序出现一次。选择结构的数据包含两个或多个数据元素，每次使用该数据时按一定条件从这些数据元素中选择一个。循环结构的数据，根据使用时的条件由一个数据元素出现零次或多次构成。

面向数据结构的软件开发方法有两种，一种是 Wamier 方法，由 J. D. Wamier 于 1974 年提出；另一种是 Jackson 方法，由 M. A. Jackson 于 1975 年提出。其基本思想是：从目标系统的输入/输出数据结构入手，导出程序框架结构，再补充其他细节，得到完整的程序结构图。这两种方法的差别有三点：一是它们使用的图形工具不同，分别使用 Wamier 图和 Jackson 图；二是使用的伪码不同；三是在构造程序框架时，Wamier 方法仅考虑输入数据结构，而 Jackson 方法不仅考虑输入数据结构，而且还考虑输出数据结构。

2.2.4 问题分析法

问题分析法（Problem Analysis Method, PAM）是 20 世纪 80 年代末由日立公司提出的一种软件开发方法。它希望能兼顾 Yourdon 方法、Jackson 方法和自底向上的软件开发方法的优点，而避免它们的缺陷。其基本思想是：考虑到输入/输出数据结构，指导系统的分解，在系统分析指导下逐步综合。这一方法的具体步骤是：从输入/输出数据结构导出基本处理框；分析这些处理框之间的先后关系；按先后关系逐步综合处理框，直到画出整个系统的问题分析图。从上述步骤可以看出，这一方法本质上是综合的自底向上的方法，但在逐步综合之前已进行了有目的的分解，这个目的就是充分考虑系统的输入/输出数据结构。

问题分析法在日本很流行，软件开发的成功率也很高。由于在输入/输出数据结构与整个系统之间存在着鸿沟，这一方法只适用于中小型项目。

2.2.5 面向对象的软件开发方法

随着 OOP（面向对象编程）向 OOD（面向对象设计）和 OOA（面向对象分析）方向发展，最终形成了面向对象的软件开发方法 OMT（Object Modelling Technique）。这是一种自底向上和自顶向下相结合的方法，它以对象建模为基础，不仅考虑了输入/输出数据结构，也包含了所有对象的数据结构，所以 OMT 方法彻底实现了 PAM 没有完全实现的目标。

1. 自底向上的归纳

OMT 的第一步是从问题的陈述入手，构造系统模型。从真实系统导出类体系，即对象模型包括类的属性，与子类、父类的继承关系，以及类之间的关联。在自底向上的归纳过程

中，为使子类能更合理地继承父类的属性和行为，可能需要自顶向下地修改，从而使整个类体系更加合理。由于这种类体系的构造是从具体到抽象，再从抽象到具体，符合人类的思维规律，因此能更快、更方便地完成任务。这与自顶向下的 Yourdon 方法构成鲜明的对照。在 Yourdon 方法中构造系统模型是最困难的一步，因为自顶向下的“顶”是一个空中楼阁，缺乏坚实的基础，而且功能分解有相当大的任意性，因此需要开发人员有丰富的软件开发经验。而在 OMT 中这一工作可由一般开发人员较快地完成。在对象模型建立后，很容易在这一基础上再导出动态模型和功能模型。这三个模型一起构成要求解的系统模型。

2. 自顶向下的分解

系统模型建立后的工作就是分解。与 Yourdon 方法按功能分解不同，在 OMT 中通常按服务（Service）来分解。服务是具有共同目标的相关功能的集合，如 I/O 处理、图形处理等。这一步的分解通常很明确，而这些子系统的进一步分解因有较具体的系统模型为依据，也相对容易。所以 OMT 也具有自顶向下方法的优点，即能有效地控制模块的复杂性，同时避免了 Yourdon 方法中功能分解的困难和不确定性。

3. OMT的基础是对象模型

每个对象类由数据结构（属性）和操作（行为）组成，有关的所有数据结构（包括输入/输出数据结构）都是软件开发的依据。因此 Jackson 方法和 PAM 中输入/输出数据结构与整个系统之间的鸿沟在 OMT 中不再存在。OMT 不仅具有 Jackson 方法和 PAM 的优点，而且可以应用于大型系统。更重要的是，在 Jackson 方法和 PAM 方法中，当它们的出发点——输入/输出数据结构（即系统的边界）发生变化时，整个软件必须推倒重来。但在 OMT 中系统边界的改变只是增加或减少一些对象而已，整个系统改动极小。

4. 需求分析彻底

传统的软件开发方法不允许开发过程中用户的需求发生变化，从而导致了种种问题。因此，人们提出了原型化方法，推出探索原型、实验原型和进化原型，积极鼓励用户改进需求。在每次改进需求后又形成新的进化原型供用户试用，直到用户基本满意，这大大提高了软件的成功率。但是它要求软件开发人员能迅速生成这些原型，这就要求有自动生成代码工具的支持。

OMT 彻底解决了这一问题。因为需求分析过程与系统模型的形成过程一致，开发人员与用户的讨论是从用户熟悉的具体实例（实体）开始的。开发人员必须搞清现实系统才能导出系统模型，这就使用户与开发人员之间有了共同语言，避免了传统需求分析中可能产生的种种问题。

5. 可维护性改善

在 OMT 之前的软件开发方法都是基于功能分解的。尽管软件工程学在可维护方面作出了极大的努力，使软件的可维护性有了较大的改进，但从本质上讲，基于功能分解的软件是不易维护的。因为功能一旦有变化就会使开发的软件系统产生较大的变化，甚至推倒重来。更严重的是，在这种软件系统中，修改是困难的。传统开发方法很可能引起软件成本增长失控、软件质量得不到保证等一系列严重问题。正是 OMT 使软件的可维护性有了质的改善。

OMT 的基础是目标系统的对象模型，而不是功能的分解。功能是对象的使用，它依赖于应用细节，并在开发过程中不断变化。由于对象是客观存在的，因此当需求变化时对象的性质要比对象的使用更为稳定，从而使建立在对象结构上的软件系统也更稳定。

更重要的是，OMT 彻底解决了软件的可维护性。在 OO 语言中，子类不仅可以继承父类的属性和行为，而且也可以重载父类的某个行为（虚函数）。利用这一特点，可以方便地进行功能修改，如引入某类的一个子类，对要修改的一些行为（即虚函数或虚方法）进行重载，也就是对它们重新定义。由于不再在原来的程序模块中引入修改，所以彻底解决了软件的可修改性，从而也彻底解决了软件的可维护性。OO 技术还提高了软件的可靠性和健壮性。

2.2.6 可视化开发方法

可视化开发是 20 世纪 90 年代软件界两个技术热点之一。随着图形用户界面的兴起，图形用户界面在软件系统中所占的比例也越来越大，有的甚至高达 60%~70%。产生这一问题的原因是图形界面元素的生成很不方便。为此 Windows 提供了应用程序设计接口 API (Application Programming Interface)，它包含 600 多个函数，极大地方便了图形用户界面的开发。但是在这些函数中，大量的函数参数和使用量更大的有关常量，使基于 Windows API 的开发变得相当困难。利用子类对父类的继承性，以及实例对类的函数的引用，应用程序的开发可以省去大量类和成员函数的定义，只需作少量修改就可以定义子类。

可视化开发就是在可视开发工具提供的图形用户界面上，通过操作界面元素，诸如菜单、按钮、对话框、编辑框、单选框、复选框、列表框和滚动条等，由可视开发工具自动生成应用软件。这类应用软件的工作方式是事件驱动。对每一事件，由系统产生相应的消息，再传递给相应的消息响应函数。这些消息响应函数是由可视开发工具在生成软件时自动装入的。

实际上，可视化开发目前还不能单独作为一种开发方法，确切地说，它是一种辅助工具。目前，大多数开发人员主要是在编程环节上使用可视化工具，但是随着系统分析和系统设计的可视化工具的逐渐推出，人们会真正享受到可视化开发所带来的软件开发新理念。

2.3 软件项目开发过程

软件项目开发过程称为项目的生存期。通常的软件项目生存期经历如图 2-2 所示的几个阶段。

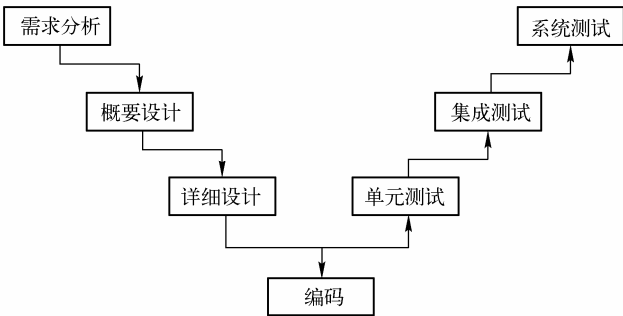


图 2-2 软件项目生存期

作业：了解还有哪些软件项目生存期模型。

2.3.1 需求分析

需求是客户对软件的目标要求，它确定了软件的目标、规模和范围。系统需求是指软件在设计上所耗损的系统资源，一般在规格列表中出现系统需求字段。软件需求包括三个不同层次：业务需求、技术需求和功能需求，也可以包括非功能需求。

业务需求反映组织机构或客户对系统、产品高层次的目标要求，它们在项目视图与范围文档中予以说明。技术需求描述完成系统所涉及的技术要求。功能需求定义开发人员必须实现的软件功能，使用户能完成他们的任务，从而满足业务需求。下面以国内“某电子商务网站系统”为例，说明系统需求的主要内容，如表 2-2 所示。

表 2-2 “某电子商务网站系统”需求主要内容

项 目	内 容	备 注
业务需求	1. 实现网络购物相应功能 2. 管理员可对商品信息和销售记录进行管理 3. 合理的用户管理 4. 商家与用户的交流平台 5. 实现从网站前台用户的浏览到网站后台管理员数据管理维护的连接统一	业务要求
技术需求	网络购物系统为 B/S 模式	技术要求
功能需求	<div><div>电子商务网站管理 (门品网站信息系统)</div><div><div>网络购物 (网页界面)</div><div>商品浏览</div><div>购物车</div><div>商品订购</div><div>订单查询</div><div>订单撤销</div></div><div><div>业务管理 (后台程序)</div><div>商品管理</div><div>仓库管理</div><div>订单管理</div><div>客户管理</div><div>销售管理</div><div>客户留言</div></div><div><div>操作员管理 (登录管理)</div><div>注册</div><div>登录/退出</div><div>操作员管理</div></div></div>	需要实现的功能点

在进行需求分析时，开发人员必须准确理解用户的要求，进行细致的调查分析，将用户非形式化的需求陈述转化为完整的需求定义，再由需求定义转换到相应形式的功能规约（需求规格说明）。需求分析虽处于软件开发过程的开始阶段，但它对于整个软件开发过程及软件产品质量是至关重要的，并且最终决定软件的成败，需求分析的主要内容如表 2-3 所示。

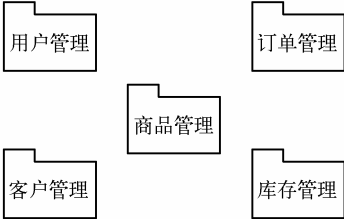
表 2-3 需求分析的主要内容

项 目	说 明
目标	对用户的需求进行收集、整理与分析，弄清楚系统究竟要 “干什么” 及 “由谁干”，并用合乎规范的文字及图表加以描述。不需要说明 “怎么干”，因为那是设计阶段的事情。有关文字与图表应尽量让用户便于理解
预期读者	用户方的相关业务人员、双方的开发人员和系统维护人员
作用	实现开发方与用户方的双向沟通，是把业务需求计算机化的关键步骤，为下一阶段的设计工作提供依据。当需求发生变更时，应填写补充说明；如变动过大可形成新版本
包含内容	功能、性能、运行规格等

软件需求分析阶段的最终目的是澄清用户的要求，并把双方共同的理解明确地表达成一份书面文档——《软件需求规格说明书》，如 “某电子商务网站系统” 的《需求规格说明书》如表 2-4 所示。

表 2-4 “某电子商务网站系统”《需求规格说明书》内容

项 目	示 例	
系统描述	商品网站信息系统包括两个子系统：用户查询子系统和后台管理子系统。所有网站使用者都可以使用用户查询子系统，只有网站管理员才能进行后台管理子系统的操作。用户查询子系统包括 5 个模块：产品展示、购物车、商品订购、订单查询和订单撤销；后台管理子系统包括 6 个模块：产品管理、仓库管理、订单管理、客户管理、销售管理和交流天地	
功能实现	1. 用户查询子系统	
	功能点	说 明
	商品浏览	展出公司近期的最新商品及促销商品信息，包括文字、价格、折扣和图片等相关信息
	购物车	通过购物车，可以一次性对选购的多件商品进行暂时保存，到时可以一起结账
	商品订购	对购物车中选定的商品进行确认后，以指定方式支付相应款项进行交易
	订单查询	客户可以在网站查看自己的当前订单、历史订单，监督查看当前订单的流程。没有订单的用户没有权限使用该功能
	订单撤销	若订单状态处在商家尚未开始操作状态时，客户可以在网站上对自己当前订购的订单进行撤销
	2. 后台管理子系统	
	功能点	说 明
	商品管理	管理员可以对新产品、促销产品及产品的类别进行管理。在选择要管理的产品类别后，可以对该类别下面的产品信息进行添加、修改、删除操作
	仓库管理	管理员结合生产、销售数据，对仓库库存商品的产品信息进行添加、修改、删除操作， $\text{当期库存} = \text{上期库存} + \text{生产数量} - \text{销售数量}$
	订单管理	管理员可以对用户订单进行添加、删除、修改操作，并且可以对当前订单进度进行添加、修改、删除操作
	客户管理	管理员可以对已有订单的用户进行用户信息管理，用户信息包括姓名、性别、电话、地址等基本信息
	销售管理	管理员对订单状态、物流配送、流转状态进行确认。具体包含订单确认、采购、撤销、定制商品、送货、收款等流程
	留言板	游客、公司客户及网站管理员都可以通过留言板留言。用户需要进入留言页面，填写好留言昵称和内容，进行留言的提交

项 目	示 例
模块划分	

2.3.2 概要设计

这一阶段主要完成实现软件需求方案的设计和软件体系结构的设计，如表 2-5 所示。设计完成初步的软件结构之后，还应该从多方面改进软件结构，以便使其更加合理。从上面的叙述不难看出，在详细设计之前先进行概要设计有如下必要性：我们可以站在全局高度上，花较少的成本，在比较抽象的层次上分析对比多种可能的系统实现方案和多种可能的软件体系结构，从中选出最佳方案和最合理的软件结构，从而用较低的成本开发出较高质量的软件系统。

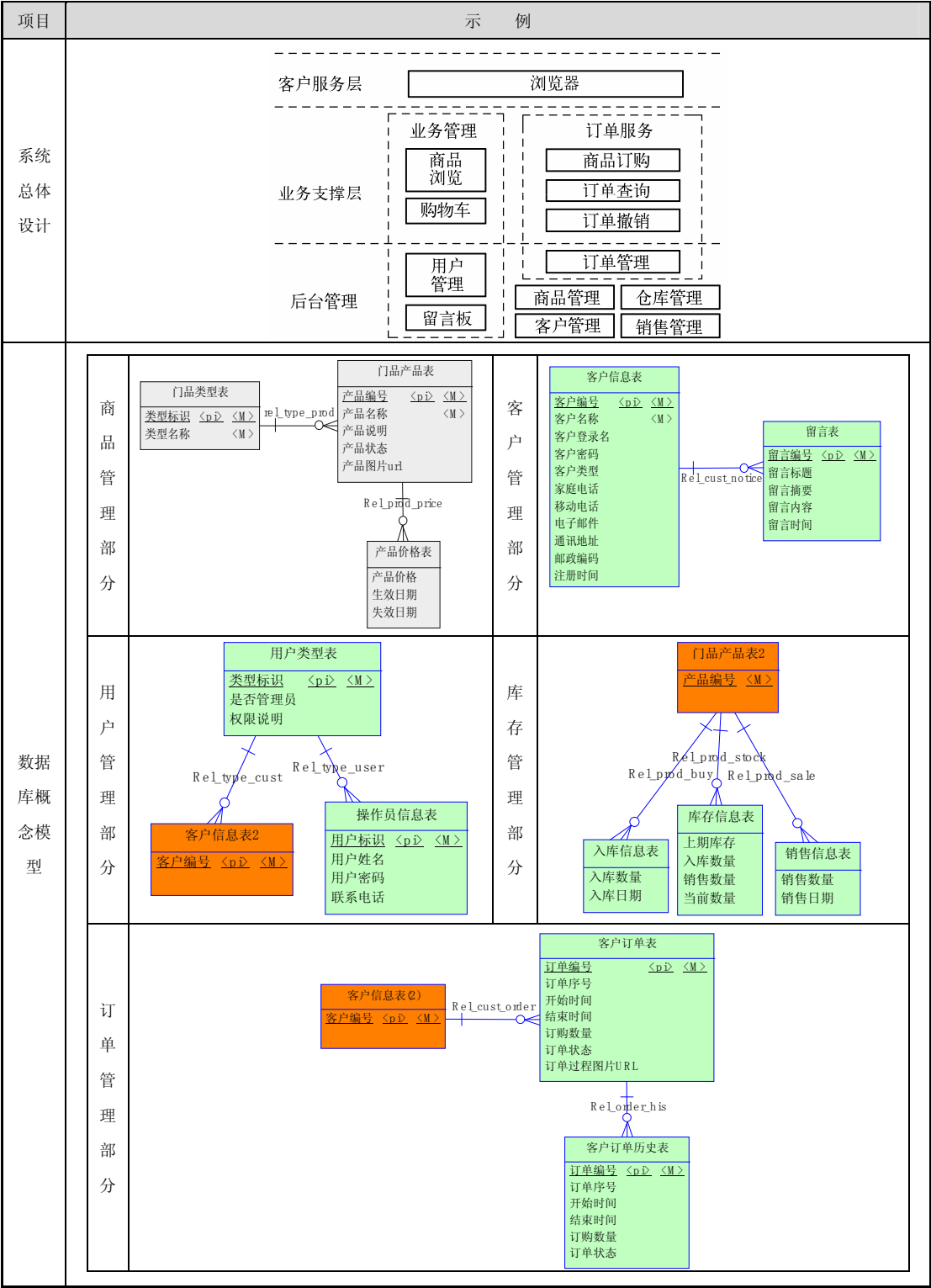
表 2-5 概要设计的主要内容

项 目	说 明
目标	这一阶段的成果是《软件概要设计说明书》，它在《软件需求规格说明书》的基础上，充分反映《软件需求规格说明书》中的用户需求，如有改动必须征得用户的认可。它将作为项目验收时重要的标准和依据
预期读者	软件开发人员、业务规范设计人员、软件测试人员、系统安装人员及用户代表
作用	是开发人员在下一阶段进行系统详细设计的纲领性文件，也是考核系统总体质量的重要技术文档
包含内容	系统目标、设计原则、系统整体结构、数据库设计、界面风格设计、性能保障措施等

例如，电子商务的客户服务系统的《概要设计说明书》的内容如表 2-6 所示。

表 2-6 客户服务系统《概要设计说明书》组成部分

项目	示 例
系统目标	本系统基于 B/S 结构，数据库使用 MySQL，采用 PHP 技术在 Windows 环境下开发。系统分为用户查询子系统和后台管理子系统，其中用户查询子系统包括 5 个模块：商品浏览、购物车、商品订购、订单查询和订单撤销；后台管理子系统包括 6 个模块：商品管理、仓库管理，订单管理、客户管理、销售管理和留言板；同时提供对用户的管理功能
设计原则	本系统设计本着高效性、可靠性、灵活性、可扩展性及系统建设和升级的连续性原则，充分体现集中方式带来的优越性，同时对由于完全集中而产生的困难提供切实可行的解决方案。为了满足以上要求，在软件结构方面，应采用当前业界最先进成熟的 B/S 体系结构，即浏览器/服务器结构，这种结构具有低费用、低管理开销、享有客户/服务器计算模式的灵活性等优点



项目	示 例
用户界面设计	<p>指出基本风格、屏幕总体布局和输入/输出的常规手段。一般地，界面设计应包括以下几项：屏幕环境设置、字型与字体、颜色、提示、菜单、按钮、图标、列表框、常用键、Data Windows 生成标准、窗口定义、界面语言、其他。本项目界面采用 B/S 结构，参考界面如下：</p> 

2.3.3 详细设计

详细设计阶段的根本目标，是确定怎样实现所要求的软件系统。也就是说，经过这一阶段的设计工作，应该得出对目标系统的精确描述，从而在编码阶段可以把这个描述直接翻译成用某种程序设计语言书写的程序，如表 2-7 所示。具体来说，详细设计包括过程设计、数据设计和接口设计三项任务。但是详细设计阶段的任务还不是具体地编写程序，而是要设计出程序的“蓝图”，程序员将根据这个蓝图写出实际的程序代码。因此，详细设计的结果基本上决定了最终程序代码的质量。

表 2-7 详细设计主要内容

项 目	说 明
目标	详细设计说明了系统的每个子系统。原则上，每个子系统的详细设计应单独装订成册；但对于比较小的子系统，允许合并成一册
预期读者	双方的开发人员、系统维护人员
作用	承上启下，基于概要设计，为下一阶段的程序编码工作提供依据。它是项目验收的重要内容和后期维护的必备资料
包含内容	子系统概述：子系统功能综述、子系统模块划分 该子系统功能点详述：功能点编号、功能描述、界面设计与说明、函数/方法（输入/输出参数、处理流程、问题与限制、数据库表）等

根据客户服务系统的《概要设计说明书》的内容，可产生下面的《软件详细设计说明书》内容，下面以“某电子商务网站系统”中“商品浏览业务”为例，说明详细设计文档的组成，如表 2-8 所示。

表 2-8 详细设计说明书——商品浏览部分

项 目	示 例
功能综述	在用户查询子系统首页的导航栏中单击“洪润门品”超链接进入产品展示页面，可以查看洪润公司全部木门产品信息，也可按产品类别查看。设置商品分类显示不仅可使该系统的所有木门产品都分门别类地显示出来，而且为用户选择产品提供方便。其中，产品详细信息包括：木门型号、木门描述、木门价格及木门图片
业务流程	

2.3.4 编写程序

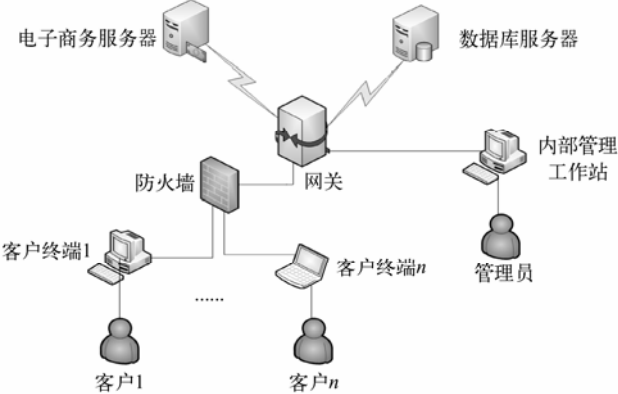
编写程序就是把软件设计的结果“翻译”成用某种程序设计语言书写的程序。作为软件开发过程的一个阶段，编写程序是软件设计的自然结果，因此程序的质量主要取决于软件设计的质量。但是，所选用的程序设计语言的特点和编程风格，也会对程序的可靠性、可读性、可测试性和可维护性产生深远的影响。在编写程序的过程中，要注意几个方面，如表 2-9 所示。

表 2-9 编码主要内容

项 目	说 明
目标	描述为实现设计说明书而进行编码的过程
预期读者	双方的开发人员、测试人员和系统维护人员
作用	根据理解与分配给自己的《详细设计说明书》和相关资料，使用指定的工具在指定的环境下，按照相关编码规范和技术要求编写代码，实现《详细设计说明书》所列的所有功能
包含内容	源代码、中间代码、目标代码，最终交付给用户的可运行脚本和文件
技术要求	<ul style="list-style-type: none">➢ 设计恰当的系统架构➢ 选择合适的运行环境➢ 选择恰当的程序设计语言➢ 遵循良好的编码风格

例如，前述某电子商务系统为了能够更好、更快地开发出适应需求的系统，经过分析比较，可采用如表 2-10 所示的客户服务系统环境配置进行设计和开发。

表 2-10 客户服务系统开发配置要求

项 目	类 型	内 容
客户端	营业厅	Windows 2000 以上
服务器端	Web 服务器	Windows Server 2003
	数据库服务器	Windows Server 2003
开发语言	部署工具	Apache 2.0
	B/S 模式前台	PHP 5.0
	数据库	MySQL 5.0
系统架构	B/S 结构，即浏览器/服务器	

通常对编码有严格的编码规范，它主要由该语言中的各种要素（宏、类型定义、变量、结构定义、函数定义）的命名规范，格式（缩进、空格、空行、行宽和折行）编写规范，语句（if、switch、do、while、for 等）书写规范和文件注释规范组成。上例电子商务网站中的“产品展示”模块是在 product.php 中完成的，参考代码如下：

```
<?php
if(isset($_GET["doortype_id"]))
{
    $doortype_id = $_GET["doortype_id"];
    $result1 = findone("product_table", "doortype_id", intval($doortype_id));
}
else
{
    $result1 = findall("product_table");
}

if($result1 != null && count($result1)!=0)
{
```

```

        for($i = 0; $i < count($result1); $i++)
        {
            $product_name = $result1[$i]["product_name"];
            $product_price = $result1[$i]["product_price"];
            $product_word = $result1[$i]["product_word"];
            $product_pic = $result1[$i]["product_pic"];
            if($i<6)
            {
                echo "<li><img src=\"admin/product/maps/\".$product_pic.\"\" height=\"95\" width=
                \"95\"id=\"jz_img_\".$i.\"\" onmouseover='show_big(\"jz_img_\".$i.\"\", \"\".$product_name.\"\", \"\". $product_
                word.\"\", \"\".$product_price.\"\")' onmouseout='show_small(\"jz_img_\".$i.\"\")/></li>";
            }
            else
            {
                echo"<li style=\"display:none; \"><img src=\"admin/product/maps/\".$product_pic.\"\"
                height=\"95\" width=\"95\" id=\"jz_img_\".$i.\"\" onmouseover='show_big(\"jz_img_\".$i.\"\", \"\".
                $product_name.\"\", \"\".$product_word.\"\", \"\".$product_price.\"\")' onmouseout='show_small
                (\"jz_img_\".$i.\"\")/></li>";
            }
        }
    }
    ?>
<script>
var jz_imgs = new Array();
<?php
if(isset($_GET["doortype_id"]))
{
    $doortype_id = $_GET["doortype_id"];
    $result2 = findone("product_table", "doortype_id", intval($doortype_id));
}
else
{
    $result2 = findall("product_table");
}

if($result2 != null && count($result2)!=0)
{
    for($i = 0; $i < count($result2); $i++)
    {
        echo "jz_imgs[\".$i.\"] = \"admin/product/maps/\".$result2[$i]["product_pic"].\"\"; ";
    }
}
?></script>

```

2.3.5 软件测试

任何产品在交付使用之前都必须经过严格的质量检验过程，软件产品也不例外，而且对于软件产品来说，测试的必要性尤其突出。测试是为了发现程序中的错误而执行程序的过程。如果为了表明程序是正确的而进行测试，就会设计一些不易暴露错误的测试方案；相反，如果测试是为了发现程序中的错误，就会力求设计出最能暴露错误的测试方案。测试的主要内容如表 2-11 所示。例如，前述某电子商务系统的客户服务系统测试文档部分示例如表 2-12 所示。

测试任何产品都有两种方法：如果已经知道了产品应该具有的功能，可以通过测试来检验每个功能是否都能正常使用；如果知道了产品内部预定的工作过程，可以通过测试来检验产品内部动作是否能按照规格说明书的规定正常进行。前一种方法称为黑盒测试，后一种方法称为白盒测试。

表 2-11 测试的主要内容

项 目	说 明																																				
目标	设计优秀的测试用例，以最小的代价在最短的时间内，尽可能多地发现软件中的错误																																				
预期读者	双方的开发人员、测试人员和系统维护人员																																				
作用	根据《软件需求规格说明书》和相关资料，使用指定的工具在指定的环境下，按照相关业务定义对编码结果进行验证																																				
包含内容	<p>测试方法从层次和类型上分很多种，我们仅从测试对象的粒度上进行示例：</p> <p>➢ 单元测试：针对程序代码的测试，测试的粒度最小</p> <p>➢ 集成测试：是把经过单元测试的模块放在一起形成一个子系统的测试，集成测试的重点是测试模块之间的接口</p> <p>➢ 系统测试：是把经过测试的子系统装配成一个完整的系统的测试，主要是发现软件设计中的错误，或需求说明中的错误</p>																																				
模板	<table><tr><td>功能名称：</td><td></td><td>用例编号：</td><td>XXXXXX</td></tr><tr><td>测试模块：</td><td></td><td>测试类型：</td><td>单元测试</td></tr><tr><td>测试日期：</td><td></td><td>测试人：</td><td></td></tr><tr><td colspan="4">测试目标：</td></tr><tr><td colspan="4">输入数据 & 操作步骤：</td></tr><tr><td colspan="4"><div>样 例</div></td></tr><tr><td colspan="2">预期结果：</td><td colspan="2">测试结果记录：</td></tr><tr><td colspan="4">审查结果： <input type="checkbox"/> 该功能正确 <input type="checkbox"/> 该功能不正确，请说明：</td></tr><tr><td>审查日期：</td><td></td><td>审查人：</td><td></td></tr></table>	功能名称：		用例编号：	XXXXXX	测试模块：		测试类型：	单元测试	测试日期：		测试人：		测试目标：				输入数据 & 操作步骤：				<div>样 例</div>				预期结果：		测试结果记录：		审查结果： <input type="checkbox"/> 该功能正确 <input type="checkbox"/> 该功能不正确，请说明：				审查日期：		审查人：	
功能名称：		用例编号：	XXXXXX																																		
测试模块：		测试类型：	单元测试																																		
测试日期：		测试人：																																			
测试目标：																																					
输入数据 & 操作步骤：																																					
<div>样 例</div>																																					
预期结果：		测试结果记录：																																			
审查结果： <input type="checkbox"/> 该功能正确 <input type="checkbox"/> 该功能不正确，请说明：																																					
审查日期：		审查人：																																			

表 2-12 客户服务系统测试文档部分示例

项 目	说 明																		
目标	前台所有测试用例得到执行，覆盖主要流程																		
预期读者	双方的开发人员、测试人员和系统维护人员																		
作用	描述客户管理系统开发项目测试所要遵循和使用的测试用例、测试方法、环境及软硬件工具																		
资源需求	<div><div>资源需求</div><div>硬件需求</div><table><tr><th>资源</th><th>描述</th><th>数量</th></tr><tr><td>应用服务器</td><td></td><td>1</td></tr><tr><td>数据库服务器</td><td></td><td>1</td></tr><tr><td>CLEARQUEST 服务器</td><td></td><td>1</td></tr></table><div>软件需求</div><table><tr><th>软件</th><th>描述</th><th>数量</th></tr><tr><td>CLEARQUEST</td><td>缺陷跟踪</td><td>1套</td></tr></table></div>	资源	描述	数量	应用服务器		1	数据库服务器		1	CLEARQUEST 服务器		1	软件	描述	数量	CLEARQUEST	缺陷跟踪	1套
资源	描述	数量																	
应用服务器		1																	
数据库服务器		1																	
CLEARQUEST 服务器		1																	
软件	描述	数量																	
CLEARQUEST	缺陷跟踪	1套																	
测试用例	<div><div>操作员管理</div><div>操作员管理</div><table><tr><td>功能名称：</td><td>操作员管理</td><td>案例编号：</td><td>TEST-SYS-104</td></tr><tr><td>测试模块：</td><td>操作员管理</td><td>测试类型：</td><td>集成测试</td></tr><tr><td>测试日期：</td><td>2009-8-20</td><td>测试人：</td><td>张三</td></tr></table><div>测试目标： 对使用本系统的操作员的权限进行管理</div><div>输入数据 & 操作步骤： 1. 以系统管理员身份登录系统—用户名 ONE，密码 000000； 2. 选择操作员管理下操作员管理 3. 单击增加； 4. 输入姓名—刘一； 5. 输入密码—000000； 6. 确认密码—000000； 7. 选择红右单权限—有； 8. 选择证件类型—身份证； 9. 输入证件号码—102109198001012998； 10. 单击确认；</div><table><tr><td>预期结果： 增加成功</td><td>测试结果记录： 过程文档参见 CQ，最终结果正确</td></tr></table><div>审查结果： <input checked="" type="checkbox"/> 该功能正确 <input type="checkbox"/> 该功能不正确，请说明：</div><table><tr><td>审查日期：</td><td></td><td>审查人：</td><td></td></tr></table></div>	功能名称：	操作员管理	案例编号：	TEST-SYS-104	测试模块：	操作员管理	测试类型：	集成测试	测试日期：	2009-8-20	测试人：	张三	预期结果： 增加成功	测试结果记录： 过程文档参见 CQ，最终结果正确	审查日期：		审查人：	
功能名称：	操作员管理	案例编号：	TEST-SYS-104																
测试模块：	操作员管理	测试类型：	集成测试																
测试日期：	2009-8-20	测试人：	张三																
预期结果： 增加成功	测试结果记录： 过程文档参见 CQ，最终结果正确																		
审查日期：		审查人：																	

2.3.6 相关技术比较

编码之前的一项重要工作就是选择一种恰当的程序设计语言。恰当的程序设计语言能使程序员在根据设计编码时遇到的困难最少，并可以减少程序测试量，程序更容易阅读和维

护。下面对当前流行的编程语言进行比较，如表 2-13 和表 2-14 所示。

表 2-13 当前流行的编程语言比较

语言名称	优 点	缺 点	适 用
Visual Basic	<ul style="list-style-type: none">➤ 简单易学，容易上手➤ 提供强大的可视化编程能力，可以让程序员轻松地编写程序➤ 众多的控件让编程变得像搭积木一样简单	<ul style="list-style-type: none">➤ 不是真正的面向对象的开发工具➤ 数据类型太少，不支持指针，这使它的表达能力有限➤ 不是真正的编译型语言，它产生的最终代码不是可执行的，是一种伪代码	<ul style="list-style-type: none">➤ 适合初涉编程的读者，它对学习者要求不高，几乎每个人都可以在较短的时间里学会 VB 编程，并用 VB 创作自己的作品➤ 对于那些把编程当作游戏的读者来说，VB 是最佳的选择
Visual C++	<ul style="list-style-type: none">➤ 灵活性好，效率高，可开发底层程序➤ 微软的 MFC 库博大精深，可随心所欲地编程➤ 与操作系统的结合更加紧密	对使用者的要求比较高，要具备丰富的 C 语言编程经验并具有一定的 Windows 编程基础，它的要求过于专业，使一般的编程爱好者学习起来会有不小的困难	需要在编程上投入很大的精力和时间
Delphi	<ul style="list-style-type: none">➤ 语言结构严谨，可以很好地培养编程思想➤ 是真正面向对象的开发工具，完全可视化➤ 执行速度快➤ 强大的数据库开发能力	语言过于严谨	比较适合那些具有一定编程基础，同时学过 Pascal 语言规范的人员
C++ Builder	<ul style="list-style-type: none">➤ C++ 语言的优点全部得以继承➤ 完全可视化➤ 极强的兼容性，支持 OWL、VCL 和 MFC 三大类库➤ 编译速度非常快	由于推出的时间较短，关于它的各种资料还不够丰富	是最好的编程工具。它既保持了 C++ 编程语言的优点，又做到了完全可视化

表 2-14 主流 Web 开发语言比较

语言名称	优 点	缺 点	适 用
PHP	<ul style="list-style-type: none">➤ 完全免费➤ 语法简单➤ 易学易用，利于快速开发各种功能不同的定制网站➤ 有与许多数据库连接的函数	<ul style="list-style-type: none">➤ 没有命名空间，编程时需要避免模块的名称冲突➤ 因为结构上的缺陷，不适合创建大中型网站➤ 数据库接口不统一	PHP 是完全免费的开源产品，Apache 和 MySQL 也是用样免费开源的。PHP 和 MySQL 搭配使用，可以快速地搭建动态网站系统
JSP	<ul style="list-style-type: none">➤ 执行效率比 PHP 和 ASP 都高➤ 开发效率较高	因为其业务规则代码与页面代码混为一团，不利于维护，因此不适合大型应用的要求，取而代之的是基于 MVC 的 Web 架构	JSP 对于网站开发来讲，不像 PHP 和 ASP 那样易学易用，支持 Java 的主机也少于支持 PHP 的主机，这从一定程度上限制了 Java 技术在网站上的发展

语言名称	优 点	缺 点	适 用
ASP	<div>➤ 简单易学</div> <div>➤ 结合 HTML 代码，可快速地完成网站的应用程序</div>	<div>➤ 不能很好支持跨平台的语言</div> <div>➤ 在大型项目开发和维护上非常困难</div>	适合小型网站应用，通过 DCOM 和 MTS 技术，它甚至还可以完成小规模的企业应用
ASP.NET	<div>➤ 属于编译语言</div> <div>➤ 用的是 C#语言</div>	只能放在 Windows 环境里运行	适合小型网站应用，通过 DCOM 和 MTS 技术，可以完成小规模的企业应用

在目前的软件开发中，几乎所有的应用项目都是与数据处理相关的，因此数据的存储与管理对于软件开发有着重要的影响。那么选用什么样的数据库呢？下面对当前 4 种主流的数据库产品进行比较，如表 2-15 所示。

表 2-15 4 种主流的数据库产品比较

项 目	SQL Server	Oracle	Sybase	DB2
开放性	只能在 Windows 操作系统上运行	能在所有主流平台上运行	能在所有主流平台上运行	能在所有主流平台上运行
可伸缩性，并行性	不成熟，很难处理日益增大的用户数和数据卷，伸缩性有限	提供高可用性和高伸缩性的簇解决方案	在技术层面还未成熟，需要一台服务器充当 Switch，从而在硬件上带来麻烦	具有很好的并行性
安全认证	没有获得任何安全证书	获得最高认证级别的 ISO 标准认证	获得最高认证级别的 ISO 标准认证	获得最高认证级别的 ISO 标准认证
性能	多用户时性能不佳	性能最高，保持开放平台下的 TPC-D 和 TPC-C 的世界纪录	性能接近于 SQL Server，但在 UNIX 平台下的并发性优于 SQL Server	性能较高，适用于数据仓库和在线事务处理
客户端支持及应用模式	C/S 结构，只支持 Windows 客户，可以用 ADO、DAO、OLEDB、ODBC 连接	多层次网络计算，支持多种工业标准，可以用 ODBC、JDBC、OCI 等与网络客户连接	C/S 结构，可以用 ODBC、Jconnect、Ct-library 等与网络客户连接	跨平台，多层结构，支持 ODBC、JDBC 等客户
操作简便	操作简单，但只有图形界面	较复杂，同时提供 GUI 和命令行，在 Windows NT 和 UNIX 下操作相同	较复杂，同时提供 GUI 和命令行，但 GUI 较差	操作简单，同时提供 GUI 和命令行

服务器操作系统，又名网络操作系统。相比个人操作系统，在一个具体的网络中，服务器操作系统要承担额外的管理、配置、稳定、安全等功能，处于每个网络的核心位置，其网络操作系统的别称也由此而来。服务器操作系统主要分为 4 大流派：Windows、UNIX、Linux、Netware，其优缺点如表 2-16 所示。

表 2-16 4 种主流服务器操作系统比较

项 目	优 点	缺 点
Windows	<div>➤ 操作易用性是最人性化的版本</div> <div>➤ 安全性比较好</div> <div>➤ 线程处理速度跟随硬件有较大提升</div> <div>➤ 管理能力也有不小的提升</div>	<div>➤ 安全性能仍有待更加完善，由于管理功能的增加，需要处理的线程更加繁杂</div> <div>➤ 如果使用同样的硬件，2000 系列比 2003 系列产品在处理速度上会稍快</div>
UNIX	<div>➤ 支持大型文件系统与数据库</div> <div>➤ 更高的系统安全性、稳定性</div> <div>➤ 对于系统应用软件的支持比较完善</div>	<div>➤ 人性化界面差</div> <div>➤ 非开源代码，技术层面未能得到有效推广</div> <div>➤ 面向企业的服务器采取收费方式</div>
Linux	<div>➤ 源代码开放</div> <div>➤ 兼容性、安全性、稳定性较好</div>	<div>➤ 系统的兼容性相比其他服务器操作系统来说，还有一定差距</div> <div>➤ 人性化方面还处于相当的劣势</div>
Netware	<div>➤ 操作相对方便，对设备要求低</div> <div>➤ 支持行业所需的无盘工作站</div> <div>➤ 系统稳定性和 UNIX 系统基本处于相同水平</div>	<div>➤ 手工输入命令来实现，人性化比较弱势</div> <div>➤ 硬盘的识别最高只能达到 1GB，无法满足当今社会对大容量服务器的需求</div>

2.4 软件开发工具

2.4.1 需求分析工具

1. 系统流程图

系统流程图是描述一个系统物理模型的图形工具，使用一些图形符号以黑盒子的形式描绘系统的每个部件，如设备、文件、数据库、程序、通信和人工过程等。通常可以在需求调研阶段使用它来描绘用户当前系统的物理模型。需求分析时在物理模型的基础上获得系统的逻辑模型，在设计阶段根据系统的逻辑模型设计出新系统的物理模型。

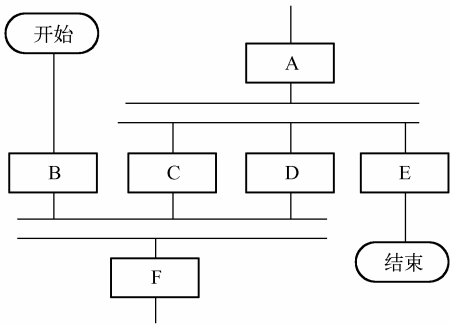
建立模型是为了更好地理解要建立的实体。当这种实体是一个物理实体时，如一座建筑物、一架飞机时，人们用某种形式建立模型，但通常要缩小比例。当构造软件实体模型时，必须采用另一种形式，这种形式必须能够模拟软件变换的信息。

常用的系统流程图符号见表 2-17。

表 2-17 常用的系统流程图符号

名 称	符 号	说 明
数据符号		表示数据，但不限制存储介质
内存储器		表示数据，存储介质为内存储器
顺序存取		只能顺序访问的数据
直接存取		直接访问的数据
文件		表示可以阅读的文件，存储介质为打印输出、缩微胶卷等

名 称	符 号	说 明
人工输入		表示以人工方式输入的数据，但设备可以任意，如键盘、开关装置、按钮、条形码输入器等
显示		表示显示的数据，设备可以是任意的，如视频屏幕、联机指示器等
处理		表示各种处理功能，如执行一个或一组确定的操作，从而使信息发生变化
既定处理		表示一个已经命名的处理，如子程序或模块
人工操作		表示由人工执行的操作
准备		表示变量或信息设置，如设置开关、修改变址寄存器、程序初始化
判断		表示条件判断处理。该符号只有一个入口，但可以有若干可选择的出口，对条件求值后，有且仅有一个出口被激活
平行方式		表示同步处理两个或两个以上的并行操作，见图 2-3
循环界限		分别表示循环的开始和结束。初始量、增量和终止量条件按其测试操作位置分别出现在开始符号或结束符号内，见图 2-4
信息流		表示数据流或控制流。为了增强可读性，也可以在线上加箭头
通信连接		表示通过远程通信线路进行数据传输
虚线		表示符号间的选择关系，见图 2-5；也可以用来标出被注解的区域
连接符		表示转向流程图的别处，或从流程图的别处转入。转入和转出是成对出现的，并且对应的连接符号应该一致
端接符		表示转向流程图的外部或从外部环境转入。经常表示流程图的开始和结束
注解符		标识相应元素的注释
省略符		表示省略图中的一个或一组符号



说明：处理A完成后，C、D、E可以并行操作，只有当B、C、D都完成后F才能开始

图 2-3 平行处理图例

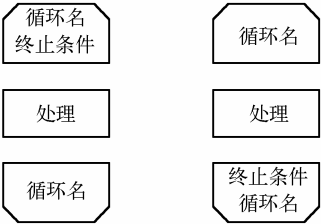
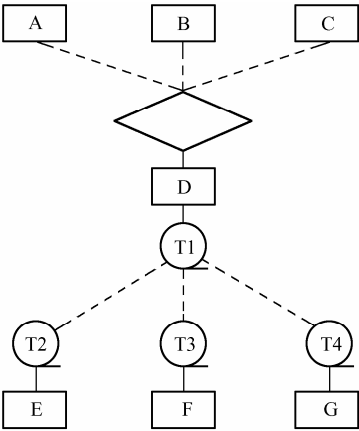


图 2-4 循环界限图例



说明：
①上面一组虚线表示A、B、C三个模块输出中的一个作为判断处理的输入
②下面一组虚线表示一个输出作为几个可选择的处理的输入

图 2-5 选择关系图例

画系统流程图的步骤如下：首先，找出可能的系统硬件元素，如果是人工系统则找出各个相关的业务部门或组织；接着，寻找各个硬件元素上分布的软件元素，如果是人工系统则寻找各个部门或组织的职责；然后，找出各个元素之间的通信或连接方式；最后，仔细研究各个元素，对于比较复杂的软件元素需要描述主要处理步骤和信息流，如果是人工系统，需要对复杂的处理过程进行简要描述，对于硬件元素需要说明规格和型号。图 2-6 是“图书馆借还书”部分的系统流程图，该图比较清晰地说明了现有图书信息管理系统的还书过程，图中每个矩形框是一个系统元素，框内标注了该元素上部署的软件功能。

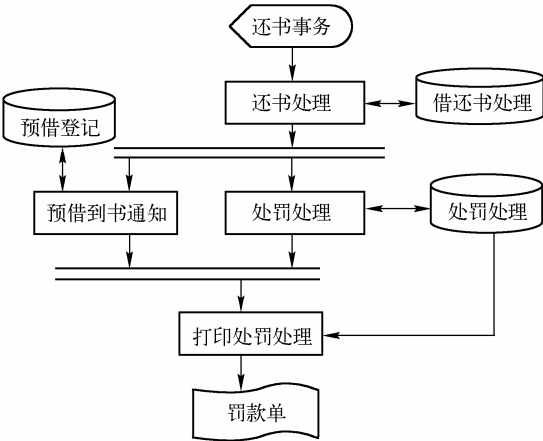


图 2-6 “图书馆借还书”部分的系统流程图

2. 数据流程图

数据流程图是描绘系统逻辑模型的图形工具，只描绘信息在系统中的流动和处理情况，不反映系统中的物理部件。数据流程图使用 4 个标准的基本符号。

① 数据的源点或终点。表示数据的起源和结束，其图形符号是正方形（或立方体）。数据的源点和终点可能相同，为了保持图形清晰，最好重复画一个相同的符号，将它们分别表示出来。源点和终点的名称直接写在图形符号里。

② 处理。它是数据流程图的核心，表示一个程序、一个模块、多个程序或处理过程，其图形符号是圆角矩形（或圆形）。为了使系统清晰，便于管理，每个处理应该给予一个编号，该编号与处理说明中的编号是对应的，非常便于查找。每个处理的名称写在图形符号中，使数据流程图易于理解。

③ 数据流。它是在处理与数据存储、处理与数据源点/数据终点、处理与处理之间流动的信息，其图形符号是箭头。通常在实际开发中，不提倡处理之间直接传递数据流，最好在处理之间经过数据存储来传递信息，这样系统的安全性会更好。数据流程图中的每个数据流都需要有一个编号或名称。

④ 数据存储。它是保存数据的地方，其图形符号是开口矩形（或两条横线）。它可以是一个文件，一张数据库表，也可以是文件或数据库表的一部分。

数据流程图是需求分析的传统工具，应用非常普遍。一个实际项目中，数据流程图可能非常多，为了反映系统的全貌，需要一张顶层数据流程图，系统的顶层数据流程图通常包含 5~9 个处理，图 2-7 至图 2-10 是“教材订购管理系统”的数据流程图实例。



图 2-7 “教材订购管理系统” 顶层数据流程图

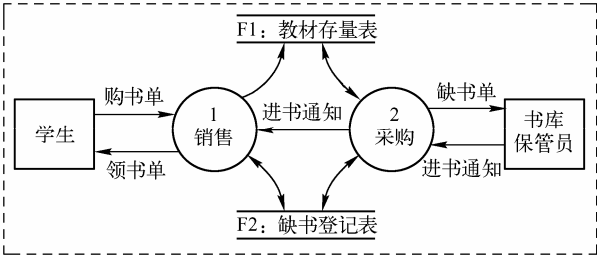


图 2-8 “教材订购管理系统” 第二层数据流程图

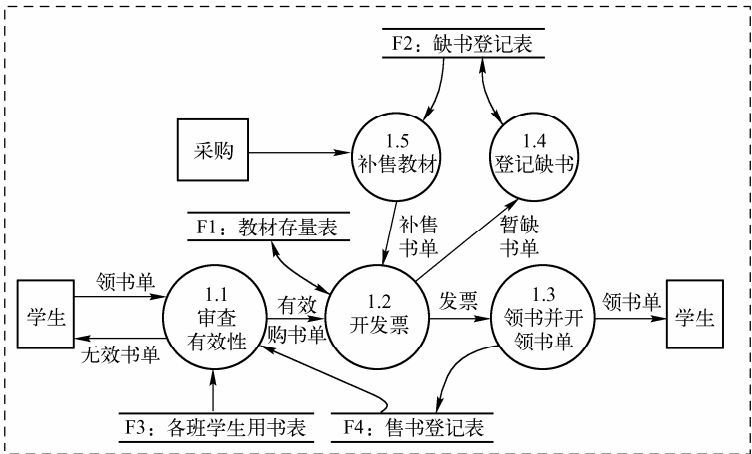


图 2-9 “教材订购管理系统” 第三层数据流程图——销售子系统

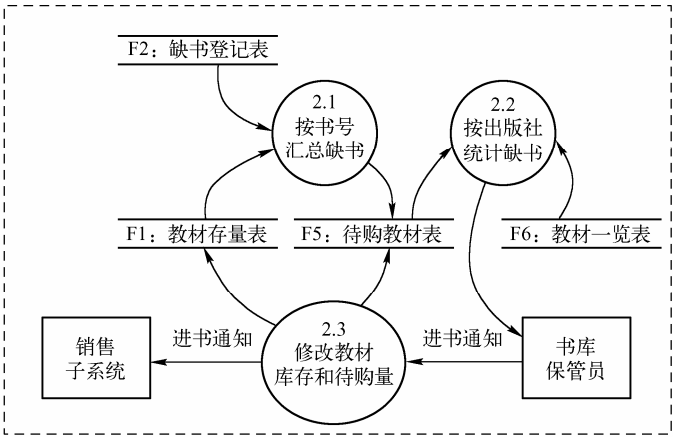


图 2-10 “教材订购管理系统”第三层数据流程图——采购子系统

3. 数据字典

一个数据流程图中的 4 个基本图形元素的含义都无法在数据流程图中详细说明，因此数据流程图需要与其他工具配合使用，数据字典就是这样的工具。

数据字典主要描述数据流程图中的数据流、数据存储、处理过程和外部实体。数据字典中所有的定义必须是严密的、精确的、无二义性的。数据字典把数据的最小组成单位看成是数据元素或者叫基本数据项，若干数据元素可以组成一个数据结构，它也叫做组合数据项。

图 2-11 以“图书馆的读者信息系统”为例，说明了数据字典的定义方法。

名字：读者信息
别名：无
描述：记录读者的基本信息
定义：读者信息 = 姓名 + 单位 + 类型 + 职称 + 电话
位置：数据库的读者信息表

名字：读者类型
别名：
描述：描述读者的身份
定义：类型 = [本科生 硕士研究生 博士研究生 教师 教辅]
特点：初值 = 本科生

图 2-11 “图书馆的读者信息系统”数据字典示例

4. IPO图

IPO 图是输入、处理、输出图的简称，它是美国 IBM 公司发展完善起来的一种图形工具，能够方便地描绘输入数据、处理数据和输出数据之间的关系。IPO 图的基本形式是在左边的框中列出有关的输入数据，在中间的框内列出主要的处理，在右边的框内列出产生的输出数据。在 IPO 图中还用类似向量符号的粗大箭头清楚地指出数据通信的情况。图 2-12 是

“借书处理”系统的 IPO 图。

编号：IPO203		名称：借书处理
输入参数	处理说明	输出参数
读者编号	1.输入读者编号和图书编号	修改 DS102 的在库图书量
图书编号	2.创建借书记录，修改图书在库量	插入借书记录到 DS201
	3.如果此书曾经预订，则取消图书预订记录	取消 DS400 中的预订记录
备注：		

图 2-12 “借书处理”系统的 IPO 图

5. 层次方框图

层次方框图用树形结构的一系列多层次的矩形框描绘数据信息的组成结构。树形结构的顶层是一个单独的矩形框（根矩形框），它代表完整的数据结构（数据整体），下面的各层矩形框代表父层（矩形框）数据的子集（组成部分），底层的各个框代表组成父层或整个数据的实际数据元素（不能再分割的元素）。图 2-13 是某产品的层次方框图。

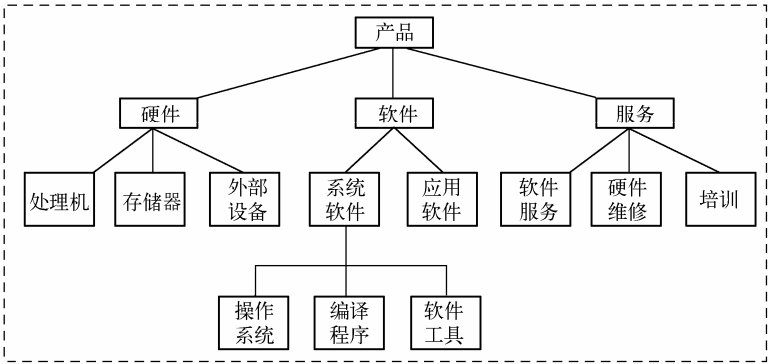


图 2-13 某产品的层次方框图

6. 实体关系图

实体关系图（E-R 图）用来建立系统的数据模型，数据模型是系统分析员站在用户的角度，以逻辑（概念）的方法来说明和描述用户的问题域中所看到的数据要求。因此，数据模型就是按照用户的观点来分析问题而抽取的一种逻辑数据模型，不涉及任何物理实现特征。

数据模型中包含三种相互关联的信息：数据对象、数据对象的属性、数据对象之间的关系。其中数据对象也叫实体，用矩形框表示，它是对软件必须理解的复合信息的抽象；属性用椭圆形或圆角矩形表示，定义了数据对象的性质，特定数据对象的一组合适的属性是通过对问题语境的理解而确定的；关系用菱形框表示，表示数据对象之间相互连接的方式。图 2-14 是“某运动会管理系统”的 E-R 图。

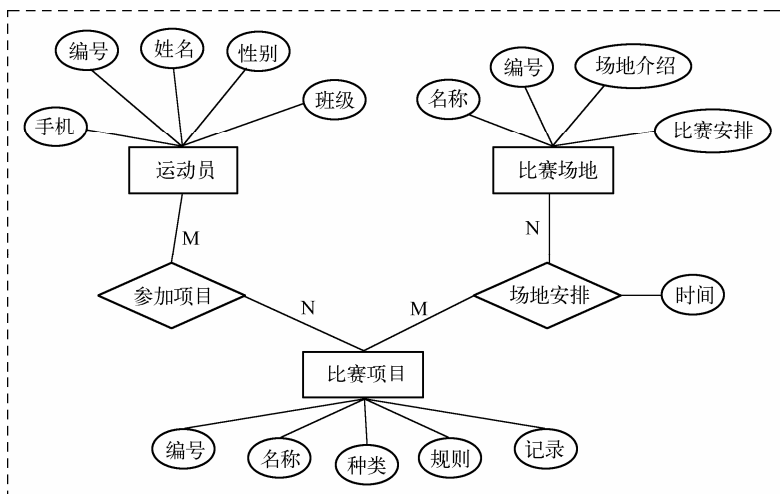


图 2-14 “某运动会管理系统” E-R 图

2.4.2 系统设计工具

1. 系统结构图

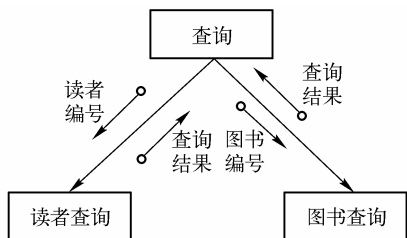


图 2-15 系统结构图

系统结构图描绘的是软件结构，Yourdon 提出的软件结构图非常适合表示软件的结构。图 2-15 中，每个方框代表一个模块，框内注明模块的名称、主要功能，方框之间的箭头线表示模块间的调用关系。此外，结构图中还可以标注模块之间传递的数据信息和控制信息。

2. 软件层次图

软件层次图是描述软件层次结构的图形工具。它与软件结构图非常相似，图 2-16 是“图书管理信息系统”的软件层次图，在这个图上不反映模块之间传递的参数信息，且图中调用关系都用直线表示，比较易于进行文档交流。

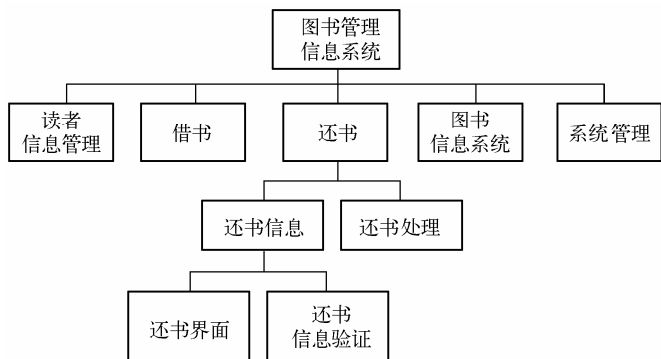


图 2-16 “图书管理信息系统”软件层次图

3. 程序流程图

程序流程图也称程序框图，是软件开发者最熟悉的一种算法表达工具。它独立于任何一种程序设计语言，直观、清晰，易于学习和掌握。因此，它仍是软件开发者普遍采用的一种工具。人们在需要了解别人开发软件的具体实现方法时，常常需要借助流程图，来理解其思路及处理方法。程序流程图使用图 2-17 中所示的 5 种基本控制结构。

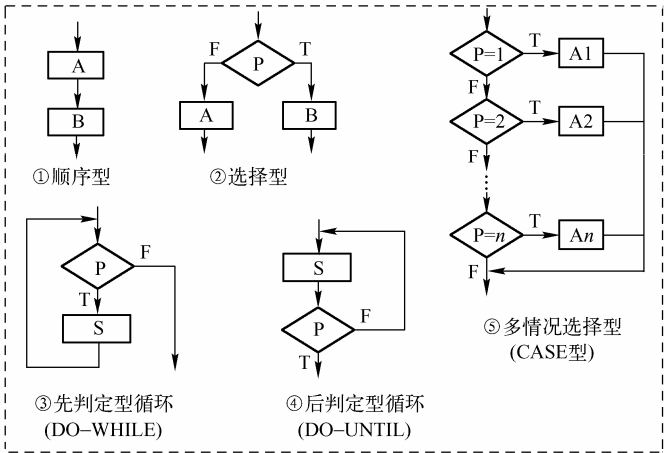


图 2-17 程序流程图的 5 种基本控制结构

图 2-18 是常用的程序流程图的标准符号。

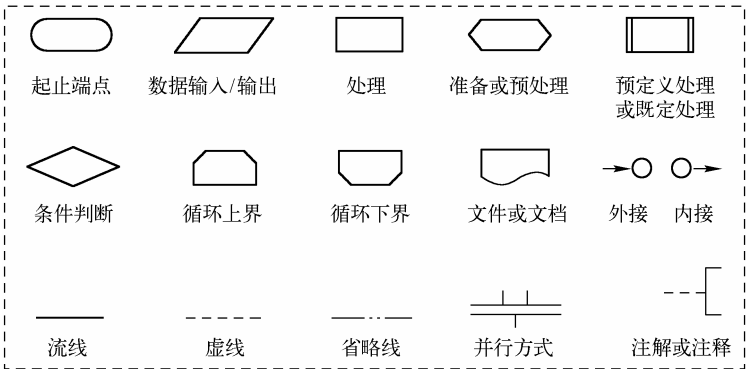


图 2-18 程序流程图标准符号

【例 2-1】 求解方程 $ax^2 + bx + c = 0$ 。

解 这是一个一元二次方程，用求根公式，确定解题步骤如下：

(1) 确定 a, b, c 的值。

(2) 求出 $b^2 - 4ac$ 的值。

(3) 如果 $b^2 - 4ac > 0$ （双实根），则 $X_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ ， $X_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ 。

- (4) 如果 $b^2 - 4ac = 0$ (单实根), 则 $X_1 = X_2 = \frac{-b}{2a}$ 。
- (5) 如果 $b^2 - 4ac < 0$ (双复根), 则 $X_1 = \frac{-b}{2a} + \frac{\sqrt{|b^2 - 4ac|}}{2a}i$, $X_2 = \frac{-b}{2a} - \frac{\sqrt{|b^2 - 4ac|}}{2a}i$ 。
- 根据上述步骤, 可以写出求解这个方程的程序流程图, 如图 2-19 所示。

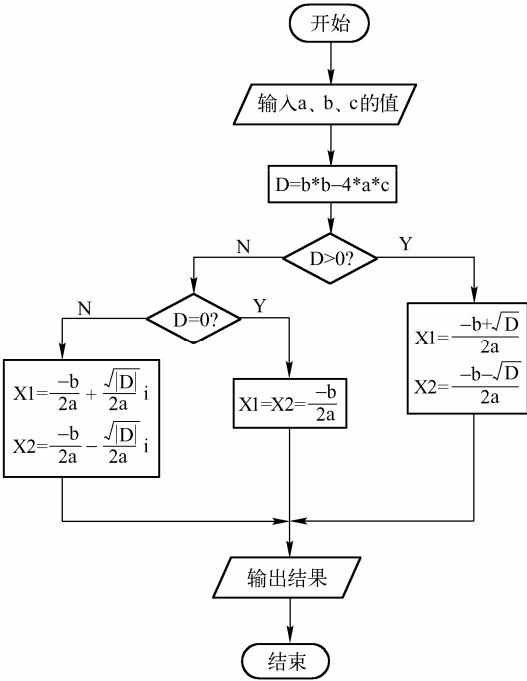


图 2-19 程序流程图

4. 盒图 (N-S图)

流程图由一些特定意义的图形、流程线及简要的文字说明构成, 它能清晰明确地表示程序的运行过程。在使用过程中人们发现, 流程线不一定是必需的, 为此人们设计了一种新的流程图, 它把整个程序写在一个大框图内, 这个大框图由若干小的基本框图构成, 这种流程图简称 N-S 图。N-S 图也称盒图或 CHAPIN 图, 可以表示顺序、选择、循环三种基本结构, 如图 2-20 所示。求解一元二次方程对应的盒图如图 2-21 所示。

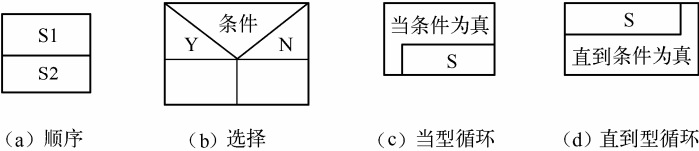


图 2-20 N-S 图

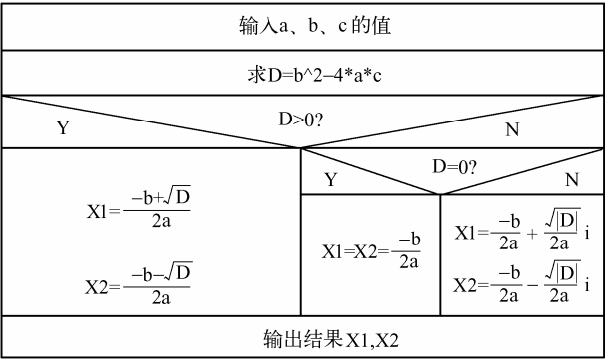


图 2-21 求解一元二次方程的盒图

5. PAD图

PAD 图是问题分析图（Problem Analysis Diagram）的英文缩写，自 1973 年由日本日立公司发明之后，得到一定程度的推广。它用二维树形结构图来表示程序的控制流，将这种图翻译成程序代码比较容易。

6. 过程设计语言

过程设计语言（PDL）也称结构化伪码，它是一种混合语言，通常采用英语（或中文）词汇，并采用某种结构化程序设计语言的语法。PDL 看起来像高级编程语言，但其中嵌入了叙述性文字说明（英语或中文），因此 PDL 不能被编译成机器代码，但 PDL 处理程序可以将 PDL 翻译成图形表示，并生成嵌套图、设计操作索引、交叉引用表以及其他一些信息。以下是用 PDL 语言描述的求解一元二次方程的伪代码。

```
PROCEDURE  模块名()
    输入 a、b、c 的值
    if  b2 - 4ac>0  then
         $X1=\frac{-b+\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$ 
         $X2=\frac{-b-\sqrt{b^2-4ac}}{2a}$ 
    else
        if  b2 - 4ac=0  then
             $X1=X2=\frac{-b}{2a}$ 
        else
             $X1=\frac{-b}{2a}+\frac{\sqrt{|b^2-4ac|}}{2a}i$ 
             $X2=\frac{-b}{2a}-\frac{\sqrt{|b^2-4ac|}}{2a}i$ 
        endif
    endif
end
```

2.4.3 编程工具

作为软件工程过程的一个阶段，编程是软件设计的自然结果，因此程序的质量主要取决于软件设计的质量。编码之前的一项重要工作就是选择一种恰当的程序设计语言。恰当的程序设计语言能使编程中困难最少，还可以减少程序测试量，使程序更容易阅读和维护。

总的来说，高级语言明显优于汇编语言，因此除了在很特殊的应用领域（如对程度执行时间和使用的空间都有很严格限制的情况；需要产生任意的甚至非法的指令序列；体系结构特殊的微处理机，在这类机器上通常不能实现高级语言编译程序），或者大型系统中执行时间非常关键的（或直接依赖于硬件的）一小部分代码需要用汇编语言书写之外，其他程序应该一律用高级语言书写。

现在比较流行的高级编程语言有 Visual Basic, Visual C++, Delphi, Power Build, Java 等。下面分别简单介绍。

1. 过程化编程语言

过程化语言用传统的方法编程，它由一序列指令组成，这些指令从头至尾一条一条顺序执行，除非有指令强行控制转移执行顺序。常用的过程化编程语言有 FORTRAN, COBOL, PASCAL, C 和 Ada。

FORTRAN (FORmula TRANslation) 是由 Jack Backus 领导下的一批 IBM 工程师设计的，于 1957 年投入商用，它具有高精度运算、处理复杂数据的能力和指数运算的特点，主要用于科学和工程领域。

COBOL (COmmon Business-Oriented Language, 通用的面向商业的语言) 是一批计算机专家在美国海军的 Grace Hopper 指导下设计出来的。它具有快速访问和更新文件和数据库，生成大量报表和用户界面友好的格式化输出等特点，主要用于商业编程。

PASCAL 是由 Niklaus Wirth 于 1971 年在瑞士苏黎世发明的，它具有丰富的数据类型，程序结果清晰、可靠，风格优美，格式自由等特点，它主要用于教学。

C 语言是 20 世纪 70 年代美国贝尔实验室为开发 UNIX 操作系统设计的一个描述语言。C 语言的特点是：它既具有高级语言的特点，又有汇编语言的特点。C 语言最出色的地方在于其高效和贴近机器，最糟糕的地方在于它的内存管理存在缺陷。C 语言主要用于系统软件和某些应用程序设计，对于那些要求高效率、实时性，或者与操作系统内核紧密关联的程序来说，C 语言是最好的选择。

2. 面向对象编程语言

在过程化编程中，对象和操作完全分开和独立。即对象是被动的，没有为它们定义任何操作，程序员定义操作并将它们应用于对象。在面向对象的编程中，对象和操作是绑定在一起使用的。程序员首先定义对象和可以应用于该对象的操作类型，该程序员（或其他程序员）可以利用这个结合体，调用一些或全部已定义的操作来解决问题。常用的面向对象编程语言有 C++ 和 Java。

C++ 语言是由美国贝尔实验室的 Bjarne Stroustrup 开发出来的，是一种高效的程序设计语言，它既可以进行过程化程序设计，也可以进行面向对象程序设计。它强调对高级抽象的

支持，实现了类的封装、数据隐藏、汇编及多态，使其代码容易维护及高度可重用。C++已成为当今最受欢迎的面向对象程序设计语言，因为它既融合了面向对象的能力，又与 C 语言兼容，保留了 C 语言的许多重要特性，这就保护了大量已开发的 C 库、C 工具及 C 源程序的完整性，使 C 程序员不必放弃自己已经十分熟悉的 C 语言，而只需要补充学习 C++提供的那些面向对象的概念即可。

Java 是由美国 Sun 公司于 1995 年开发的一种面向对象的 Internet 编程语言，它具有简单、动态、可移植、与平台无关和高性能等优点。Java 一经推出就在业界引起轰动，迅速成为 Internet/ Intranet 应用开发的主要语言。Java 是一种纯面向对象的语言，它的语法与 C++相似，因此很容易被 C++程序员接受。

Java 语言是为了解决现代软件开发中一些令人头痛的问题而产生的。它是一种跨平台的、解释型的、动态的面向对象程序设计语言。Java 语言接近于 C++语言，但做了许多重大修改。它不再支持运算符重载、多继承及许多自动强制等易混淆的和较少使用的特性，增加了内存空间自动垃圾收集功能，提供更多的动态解决方法。Java 语言提供附加的例程库，通过它们的支持，Java 应用程序能够自由地打开和访问网络对象，就像在本地文件系统中一样。Java 语言特别适用于 Internet 环境下的应用开发，它提供对网络应用的支持和多媒体信息处理功能，推动了 Internet 和 Web 企业网络的进步。

3. 面向人工智能的语言

LISP (LISt Programming, 列表程序设计) 是 20 世纪 60 年代早期由美国麻省理工大学的科研小组设计开发的。它是一种计算机的表处理语言，也是函数型语言，是研究人工智能的有力工具。LISP 语言最初是作为书写字符与表的递归函数的形式系统出现的，它一般为解释型语言，但也有编译型 LISP 语言，并已经有了专用的 LISP 机。

PROLOG (PROgramming in LOGic, 逻辑中的程序设计) 是由 Alain Colmerauer 于 1972 年在法国马赛大学设计实现的一种逻辑程序设计的解释程序。PROLOG 程序全部由事实和规则组成，现在已成为人工智能领域普遍使用的语言。

4. 专用语言

近十几年来一些新语言相继出现，它们不能简单并入以上三类语言，它们中的一些是一种或多种模型的混合，另一些则是应用于特殊任务的。

HTML (HyperText Markup Language, 超文本标记语言) 是一种由格式标记和超级链接组成的语言。HTML 文件由文本和标记组成，通常存储在服务器端而且可以由浏览器下载。

SQL (Structured Query Language, 结构查询语言) 是一种响应数据库查询的语言。

脚本语言是一种简单的程序，它由一些 ASCII 码组成，并可以用“记事本”等文本编辑器直接对其进行开发。Script (脚本) 是一种使用特定的描述性语言，依据一定的格式编写的可执行文件，又称宏或批处理文件。脚本通常可以由应用程序临时调用并执行。各类脚本语言目前被广泛应用于网页设计中，因为脚本不仅可以减小网页的规模，提高网页浏览速度，而且能丰富网页的表现力，如表现动画、声音等。举个最常见的例子，当我们

单击网页上的 E-mail 地址时, 能自动调用 Outlook Express 或 Foxmail 等邮件软件, 这就是通过脚本功能来实现的。

脚本语言有如下特点:

① 脚本语言 (如 JavaScript, VBscript 等) 介于 HTML 和 C, C++, Java, C# 等编程语言之间。HTML 通常用于格式化和链接文本, 而编程语言通常用于向机器发出一系列复杂的指令。

② 脚本语言与编程语言也有很多相似之处, 如函数、变量的使用。它与编程语言之间最大的区别是, 编程语言的语法和规则更加严格和复杂。

③ 脚本也是一种语言, 同样由程序代码组成。

注意, 脚本语言一般都有相应的脚本引擎来解释执行。它们一般需要解释器才能运行。JavaScript, ASP, PHP, Perl, Nuva 都是脚本语言。C/C++ 程序经编译、链接后, 可形成独立执行的 exe 文件。

④ 脚本语言是一种解释性语言, 如 VbScript, JavaScript, Installshield Script, ActionScript 等, 它们不像 C/C++ 可以编译成二进制代码, 以可执行文件的形式存在。脚本语言不需要编译, 直接由解释器负责解释执行。

⑤ 脚本语言一般都以文本形式存在, 类似于一种命令。

例如, 如果我们建立了一个 aaa.exe 程序, 它可以打开以 .aa 为扩展名的文件。为此要为 .aa 文件的编写指定一套规则 (语法), 当别人编写了 .aa 文件后, 程序用这种规则来解释这个 .aa 文件, 并作出回应。那么, 这套 (语法) 规则就是脚本语言。

2.4.4 数据库工具

目前的软件开发中, 很多应用项目是与数据处理相关的, 因此数据的存储与管理对于软件开发有着重要的影响。

1. Access

Microsoft Access 是 Microsoft Office 组件之一, 是一个轻量级的关系数据库管理系统, 办公、文秘人员使用比较普遍, 它只能用于 Windows 操作系统环境。所有的数据库操作在一个集成环境中进行, 而且一个完整的数据库就是一个磁盘文件, 复制、携带都很方便。当对安全性和效率要求并不苛刻, 而对开发效率要求很高时, Access 是一个很好的选择。

2. Visual FoxPro

Visual FoxPro 实际上包含两个部分: 数据库和数据库管理系统开发工具。它和 dBASE、FoxBASE 系列数据库类似。在 20 世纪 80 年代后期到 90 年代中期, 该数据库 (含 dBASE 系列) 使用最广泛。现阶段该类数据库在一些工程应用中还在继续使用。

3. Microsoft SQL Server

它是微软公司推出的大型数据库系统。它继承了微软产品界面友好、操作简便的特点, 在性能上也与一些老牌数据库产品不相上下。SQL Server 只能在 Windows 上运行。它偏重于桌面应用, 适合于中小型企业, 但在多用户时性能不佳。

4. Oracle

Oracle 关系数据库系统是美国 Oracle 公司的产品。它是一种适用于大中型计算机的关系数据库管理系统，也是最流行的服务器端产品，占有很大的市场份额。它被广泛用于各个市场领域，满足一系列的存储需求，它具有兼容性、可移植性、可连接性等优点，能在所有主流平台上运行。

5. DB2

它是 IBM 公司研制的一种关系型数据库系统，适合于大型应用系统，具有较好的可伸缩性，支持从大型机到单用户环境，应用于 OS/2、Windows 等平台下。它提供高层次的数据可用性、完整性、安全性、可恢复性，以及小规模到大规模应用程序的执行能力，具有与平台无关的基本功能和 SQL 命令。DB2 具有良好的网络支持能力，每个子系统可以连接十几万个分布式用户，可同时激活上千个活动线程，对大型分布式应用系统尤为适用。

6. MySQL

MySQL 是一个开放源码的小型关系型数据库管理系统，开发者为瑞典 MySQL AB 公司。目前 MySQL 被广泛应用于 Internet 中小型网站中。与其他大型数据库，如 Oracle，DB2，SQL Server 相比，MySQL 自有它的不足之处，如规模小、功能有限等，但是对于一般的个人用户和中小型企业来说，MySQL 提供的功能已经绰绰有余。同时由于其体积小、速度快、总体拥有成本低，尤其是开放源码这一特点，许多中小型网站为了降低网站总体成本而选择 MySQL 作为网站数据库。

2.4.5 测试工具

软件测试是使用人工和自动手段来运行和测试某个系统的过程，其目的是检验它是否满足规定的需求或弄清楚预期的结果与实际结果之间的差别。所以软件开发过程中离不开软件测试。以下介绍常用的软件测试工具。

1. WinRunner

它由 Mercury 公司开发，主要用于功能测试，其主要功能是自动重复执行某一固定的测试过程，以脚本形式记录下手工测试的一系列操作，在环境相同的情况下重放，检查其在相同环境中是否有异常现象或有无与实际结果不符的地方，以此减少由于人为因素造成的结果错误，同时也为测试人员节省大量测试时间和精力。其功能模块主要包括：GUI map、检查点、TSL 脚本编程、批量测试、数据驱动等几部分。

2. LoadRunner

它由 Mercury 公司开发，主要用于性能与负载压力测试。它是一种预测系统行为和性能的工业标准级负载测试工具。通过使用 LoadRunner，企业能最大限度地缩短测试时间，优化性能，加速应用系统的发布。LoadRunner 是一种适用于各种体系架构的自动负载测试工具，它能预测系统行为并优化系统性能。它的测试对象是整个企业系统，通过模拟实际用户

的操作行为和实时性能监测，帮助用户更快地查找和发现问题。

3. QuickTest Pro

它由 Mercury 公司开发，主要用于功能测试和回归测试。它是一个 B/S 系统的自动化功能测试利器 and 软件程序测试工具。它可以覆盖绝大多数的软件开发技术，简单高效，并具备测试用例可重用的特点。它自动捕获、验证和重放用户的交互行为，为每一个重要的软件应用和环境提供功能和回归测试自动化的行业最佳解决方案。

4. SilkTest

它由 Segue 公司开发，主要用于功能测试和回归测试。它是面向 Web 应用、Java 应用和传统的 C/S 应用进行自动化功能测试和回归测试的工具。它提供创建和定制 workflow 设置、测试计划和管理、直接数据库访问及校验等功能，使用户能够高效率地进行软件自动化测试。

5. Robot

它由 IBM 公司开发，主要用于功能测试、回归测试和集成测试。它是业界最顶级的功能测试工具，甚至可以在测试人员学习高级脚本技术之前帮助其进行成功的测试。它集成在测试人员的桌面 IBM Rational TestManager 上，在这里，测试人员可以计划、组织、执行、管理和报告所有测试活动，包括手动测试报告。IBM Rational Robot 是一种可扩展的、灵活的功能测试工具，经验丰富的测试人员可以用它来修改测试脚本，改进测试的深度。它自动记录所有测试结果，并在测试日志查看器中对这些结果进行颜色编码，以便进行快速可视化分析。它支持多种 IDE 和多种语言，如支持 Java 环境，以及 Microsoft Visual Studio.NET，HTML，XML 和 DHTML 应用程序，Oracle Developer/2000，Visual Basic 应用程序，PowerBuilder 应用程序等。

第 3 章

基础训练

本章导读

- 静态 Web 网页制作
- C 语言程序设计
- 面向对象程序开发

3.1 静态Web网页制作

这是学生进入大学后需要独立完成的第一个专业作品，目标是提高学生对计算机专业的认知和兴趣。该专题的实训项目，可根据学生自身兴趣和能力从中选择基本功能和扩展功能来实践，为以后的动态网站开发打下基础。

适用对象	一年级学生
开设学期	一年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2 周
预备知识	计算机导论

一、实训目的

通过本实训，学生将掌握如何创建一个静态的小型个人网站，并将其发布到 Internet 上运行的方法。具体包括：

- （1）掌握有关计算机网络信息的收集、加工、处理、发布与维护的基本框架与工作流程。
- （2）了解有关 Web 网站建设的基本概念与方法。
- （3）掌握网页设计制作的基本概念、有关美学基本知识与设计制作流程。
- （4）掌握网络信息发布与维护的方法。
- （5）掌握 HTML，CSS，JavaScript，XML，XSLT 页面设计相关技术，了解 XML 文件与二维表之间的关系。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

（1）基本功能和要求

- ① “个人档案” 栏目。该栏目包括个人基本情况、教育背景、专业技能、开发经验、自我评价及经历、兴趣、爱好等个人信息。
- ② “博客日志” 栏目。将自己每天制作网页的心得体会写在里面，以天为单位设计。
- ③ “技术文章” 栏目。该栏目至少包括“程序设计”、“网页制作”两个二级子栏目，内容为网上搜集的相关参考资料。
- ④ “友情链接” 栏目。提供其他个人主页的链接。
- ⑤ 下拉式菜单。网站通过下拉菜单链接到各个页面。下拉菜单必须符合下列要求：
 - A、主菜单条显示一级栏目。
 - B、子菜单显示二级栏目，每个一级栏目下应该包含二级栏目。
 - C、当鼠标移动到主菜单条的一级栏目上时，应显示其二级栏目菜单，并且被选中的菜单变色。
- ⑥ 动态显示时间。制作一个数字时钟，能动态显示时间，并根据时间的不同显示不同

的问候语（早上好，上午好……）。

⑦ 跑马灯效果。页面状态栏显示跑马灯效果的文字“欢迎来到我的博客”，文字在页面状态栏内循环滚动显示。

⑧ 样式切换。使用 CSS + JavaScript 实现至少两种网站样式风格切换。

⑨ 站内（站外）搜索。用 JavaScript 实现站内和站外搜索功能，使用 Google 搜索；从其他网站动态地获取天气预报信息。

⑩ 网站发布。在 Internet 上申请免费空间，并将制作的网站发布出去。

（2）扩展与提高 1——增加“音乐欣赏”或“我的音乐”页面

要求包含 4 个二级栏目：

① “音乐分类”栏目。显示音乐曲目列表，按以下分类浏览和播放音乐曲目：流行音乐、混音舞曲、影视金曲、轻音乐和摇滚乐、少儿歌曲、hip-hop 等（至少 3 种）。在播放曲目时浏览者可以通过歌曲列表选择想要播放的歌曲。

② “唱片专辑”栏目。通过图片展示唱片（不少于 5 个唱片信息），鼠标停留在唱片图片上时，浮现唱片明细内容及介绍。

③ “歌手”栏目。显示歌手列表（不少于 5 个歌手信息），通过歌手列表可查看歌手的档案、唱片等。歌手档案内容要与歌手列表显示在同一页面上。

④ “MTV”栏目。显示 MTV 播放器，播放默认的 MTV 影片，并且浏览者可以通过 MTV 列表选择想要观看的 MTV。

（3）扩展与提高 2——增加“图书管理”或“个人网上书店”页面

① “图书分类”栏目。该栏目包括：文学、科技、计算机、管理等二级栏目。在二级栏目下要有三级栏目，如计算机栏目下有网页制作、软件编程开发、数据库等栏目。

② “图书排行榜”栏目。将新书按照出版的时间降序排列。只显示前 10 本图书。用户把鼠标放在图书封面图片上时，能在该封面侧边或下边浮现出该书的相关介绍信息，如名称、作者、出版商等。

③ “最喜爱图书”栏目。将网站作者最喜欢的图书展示在网页上。将这些图书的封面图片用水平流动且循环的方式显示在网页中，用户把鼠标放在某张图片上时，该流动循环停止，并在该封面图片下面显示该图书的详细信息。

④ 用户订单表单。制作一个用户订单表单，表单项目包括姓名、地址、电话、邮编、电子邮箱、订阅的书籍名称。网站可以对用户填写的表单信息进行有效验证。如果用户填写错误，在表单页显示提示信息，错误项目填写处的信息清空。

2. 设计要求

（1）整个网页的制作不能使用网页制作工具软件（Macromedia Dreamweaver，Microsoft Frontpage 等），必须使用文本编辑器（UltraEdit、EditPlus、记事本等）编写相关文件。

（2）按照（/ <姓名> / 项目 / <项目名称> /， / <姓名> / 资料 / <知识分类名> /）的格式建立个人开发目录。在项目的根目录下创建一个 examples 目录，存放制作网页过程中编写的小示例，如图 3-1 所示。

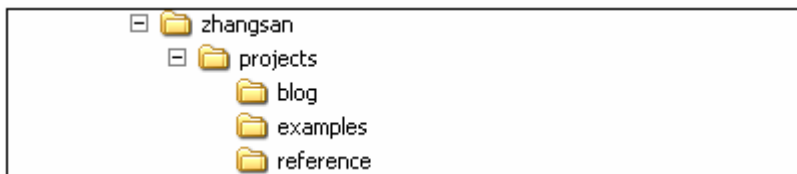


图 3-1 个人网站目录命名规则图

(3) 用 CSS 控制网页样式，如布局、字体、颜色、背景等，实现网站的样式信息和网页内容分离，包括：

- A、用 CSS 控制下拉菜单的样式。
- B、用 CSS 控制网页中的文字链接样式。
- C、用 CSS 控制每个页面中的背景、字体大小和颜色。
- D、整个网站的样式保存在一个 CSS 文件中。

(4) 网站中的数据以 XML 文件格式存放，将数据从 HTML 文件中分离出来。

(5) 使用 JavaScript 技术实现网页的动态效果。

(6) HTML 文件的后缀为 .html。

(7) XML, CSS, JavaScript 代码不能写在 HTML 文件中，必须分别独立保存为.xml、.css 和.js 文件。

(8) 页面中尽量不要使用框架（Frame）来布局，建议使用 DIV + CSS 来对网页布局。

(9) 主页必须包含上述项目需求中要求的功能，其他功能自行拓展，鼓励创新和发挥。总页面数不得少于 20 页。

(10) 整个网站的编码必须符合编码规范的要求。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

Web 服务器：IIS 或 Apache。

开发语言：HTML, CSS, JavaScript, XML。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 网站开发流程

A、整体规划。需要完成的规划包括：网站主题、风格、页面元素、逻辑结构等。

B、资料收集内容：

- 与主题相关的文字、图片、视频资料。
- 优秀的网页风格设计。
- 收集与主题相关的交互页面。

C、测试网页兼容性。不必严格按照 W3C 标准来制作页面，但是必须保证让 IE 和 Firefox 浏览器能比较好地展示网页。

D、发布站点。测试完毕，开始发布网站。发布的服务器可以是远程或本地的。服务器可以选择 IIS 或 Apache。如果服务器是远程的，上传网页可利用远程文件传输 FTP 工具。

(2) 相关知识点（如表 3-1 所示）

表 3-1 个人网站开发项目相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
站点的建立	创建静态站点、主页	网站的网页分层管理
	站点规划	网站建设的基本流程
网页元素	网页文本	插入普通文本、特殊字符、文本列表
	网页图像	插入图像、修改图像
	超链接	超链接、邮件链接、锚链接、图片热点链接
	表单	表单元素、验证表单填写信息
	网页多媒体	插入音频、视频、Flash
网页排版布局	表格布局	插入表格、表格的编辑、表格的应用
	层布局	层的运用
	框架布局	创建框架页、导航
使用 CSS 样式	文字的样式	样式中包括字型、大小、颜色等
	图片样式	样式中多种滤镜的使用
	超链接样式的设计	超链接的文本有 4 种状态样式
	时间轴的运用	层的动画
对象的行为	行为的运用	事件、动作
使用 XML 技术	XML 的应用	XML 的语法、HTML 与 DHTML 及 XML 的区别
	XML 在 HTML 中的应用	数据库
使用模板和库	模板的创建和运用	模板的可编辑区域的建立
	创建和使用库项目	库项目的建立和使用
站点管理	管理站点	管理站点和文件，为网站“寻家建址”，站点的上传与推销

2. 相关提示

(1) 制作下拉菜单

- A、了解 JavaScript 在网页中的作用，学习 JavaScript 的简单语法，编写一些简单的 JavaScript 小程序。
- B、学习 DHTML 对象，重点学习 document, form, windows 等对象。
- C、学习对象方法，重点学习 document 对象的 getElementById 方法。该方法可以通过元素的 ID 属性，获得该元素对象。可以在 JavaScript 中对该对象进行操作。
- D、学习网页元素属性，尤其是 style 属性和该属性里的样式属性，如 visibility 属性。
- E、使用 JavaScript 编写简单的行为代码，通过元素的事件触发行为。
- F、在网页中创建两个 DIV 标签，使用 CSS 固定好其位置。一个层作为主菜单，另一个层为子菜单，ID 分别为 menu1, menu2。
- G、使用 JavaScript 编写两个事件，一个事件为显示子菜单，另一个事件为隐藏子菜单。
- H、通过 DIV 的 onmouseover 事件触发显示子菜单行为，通过 onmouseout 事件触发隐

藏子菜单行为。

以上是制作下拉菜单的简单思路，如果要设计出更精致的下拉菜单，还需要进行细致加工。

(2) 网站样式风格切换

A、了解 CSS 在网页中的作用，编写 CSS 样式文件，使用 Link 元素将 CSS 文件嵌套在 HTML 文件中。

B、所有网页的样式写在一个 CSS 文件中，编写两个不同网站样式的 CSS 文件。

C、使用 JavaScript 编写切换样式的行为代码。使用 document 对象的 getElementById 方法获得 Link 对象，然后改变其 disable 属性，判断是否已为对象应用样式表，这样就可以控制样式了。在 HTML 文件中两个 Link 可以用 ID 区分。

D、如果想让网页保持选中的样式，可以把 CSS 文件保存在 cookie 中，每次访问网页时先通过加载 cookie 的值来保持选中的样式风格。

(3) 用 JavaScript 实现站内搜索

A、使用 JavaScript 技术查找页面中的超链接，保存在数组中。这样就能对站点的所有页面进行搜索。

B、学习 JavaScript 正则表达式，编写简单的正则表达式示例。

C、使用 JavaScript 正则表达式技术，搜索当前页面内容中是否包含要搜索的关键字。

(4) 网页中插入播放器

A、学习 HTML 的 object 元素。

B、网页中插入播放器代码提示。

```
<object id="player" height="331" width="260"
classid="CLSID:6BF52A52-394A-11d3-B153-00C04F79FAA6">
  <param NAME="AutoStart" VALUE="-1"> <!--是否自动播放-->
  <param NAME="Balance" VALUE="0"> <!--调整左右声道平衡，同上面旧播放器代码-->
  <param name="enabled" value="-1"> <!--播放器是否可人为控制-->
  <param NAME="EnableContextMenu" VALUE="-1"> <!--是否启用上下文菜单-->
  <param NAME="url" value="C:\1.rmvb"> <!--播放的文件地址-->
  <param NAME="PlayCount" VALUE="1"> <!--播放次数控制，为整数-->
  <param name="rate" value="1"> <!--播放速率控制，1为正常-->
  <param name="currentPosition" value="0"> <!--控件设置：当前位置-->
  <param name="currentMarker" value="0"> <!--控件设置：当前标记-->
  <param name="defaultFrame" value=""> <!--显示默认框架-->
  <param name="invokeURLs" value="0"> <!--脚本命令设置：是否调用 URL-->
  <param name="baseURL" value=""> <!--脚本命令设置：被调用的 URL-->
  <param name="stretchToFit" value="0"> <!--是否按比例伸展-->
  <param name="volume" value="50"> <!--默认声音大小 0%-100%-->
  <param name="mute" value="0"> <!--是否静音-->
  <param name="uiMode" value="Full"> <!--播放器显示模式：Full 显示全部；Mini 最简化；None
不显示播放控制，只显示视频窗口；Invisible 全部不显示-->
  <param name="windowlessVideo" value="0"> <!--如果是 0 可以允许全屏，否则只能在窗口中查看-->
  <param name="fullScreen" value="0"> <!--开始播放是否自动全屏-->
```



```
<param name="enableErrorDialogs" value="-1"> <!--是否启用错误提示报告-->
<param name="SAMIStyle" value> <!--SAMI 样式-->
<param name="SAMILang" value> <!--SAMI 语言-->
<param name="SAMIFilename" value> <!--字幕 ID-->
</object>
```

C、要实现以上代码功能，操作系统中必须安装 Windows Media Player 媒体播放器，浏览器使用 IE。如果 Windows Media Player 媒体播放器版本是 6.4 或 6.4 以前版本，可以修改 classid 属性的值为 22D6F312-B0F6-11D0-94AB-0080C74C7E95。

(5) 通过选择播放列表播放所选音乐或影片

A、了解 JavaScript 在网页中的作用，学习 JavaScript 的简单语法，编写一些简单的 JavaScript 小程序。

B、学习 DHTML 对象，重点学习 document, form, windows 等对象。

C、学习对象方法，重点学习 document 对象的 getElementById 方法。该方法可以通过元素的 ID 属性，获得该元素对象。在 JavaScript 中对该对象可以进行操作。

D、使用 JavaScript 编写简单的行为代码，通过元素的事件触发行为。

E、列表中可以使用单选钮，单选钮的元素是 radio，用来存放歌曲或影片的 URL。

F、在“网页中插入播放器”提示代码中，object 的 id 属性值为 player。在 JavaScript 代码中可以直接使用这个 player，即播放器对象。我们可通过以下 JavaScript 代码简单控制播放器，例如：

```
player.url=""           //播放媒体地址
player.controls.play()  //开始播放
player.controls.stop()  //停止播放
player.controls.pause() //暂停播放
player.settings.mute=true | false //控制是否静音
player.fullScreen=true | false //控制是否全屏
```

在选择播放新的音乐和影片前，要先停止正在播放的音乐和影片。

(6) 表单验证

A、表单验证是常见的软件需求，基于 Web 的客户端表单验证可以使用 JavaScript 语言编写代码。为了改善用户体验感，表单错误信息提示不使用对话框形式，改为使用层 DIV 提示错误。

B、如果想得到表单中某个元素的对象，可以使用 document 的 getElementById 方法直接定位，或使用 document.[表单的 name 属性值].[元素的 name 属性值]。

C、重点学习 JavaScript 对字符串的操作函数，在处理用户所填写的信息时会频繁使用它。

D、重点学习 JavaScript 正则表达式，它可以帮助简化验证逻辑，非常有用。

3. 参考资料

(1) 《DHTML 手册》

(2) 《HTML 速成教材》

- (3) 《HTML 基础》
- (4) 《CSS 中文手册》
- (5) 《CSS 速成手册》
- (6) 《JavaScript 手册》

上述电子资料下载网址：<http://download.csdn.net>。

- (7) 《Web 项目规范》，见附录 B。

4. 效果图（如图 3-2 至图 3-4 所示）



图 3-2 个人网站主页示例



图 3-3 “唱片专辑” 栏目页面



图 3-4 “用户订单”栏目页面

四、进度安排（见表 3-2）

表 3-2 个人网站开发项目进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	编写主页框架，“个人档案”栏目	了解 HTML 的使用，利用 HTML 的表格等属性完成“个人档案”功能，掌握网页的分层管理
	1 天	在主页中添加“博客日志”、“友情链接”、“技术文章”等页面的头部和主体设计	HTML 的综合使用，按照项目需求完成“博客日志”、“友情链接”、“技术文章”页面的详细设计。掌握网页元素的使用
	1 天	统一编写各页面样式	利用单独的 CSS 文件控制样式，完成各个页面的样式设计，掌握利用 CSS 控制各网页的排版
	1 天	编写下拉式菜单	利用 CSS 技术，按照项目需求完成菜单的一级、二级栏目，掌握 CSS 中层的使用
	1 天	动态显示时间，输出问候语，显示跑马灯	熟悉 JavaScript 的使用，按要求完成显示时间和跑马灯设计
第二周	1 天	编写各个栏目子页面	综合利用 HTML，CSS，JavaScript 技术完成各个页面内容的详细设计
	1 天	网站风格样式切换、网站搜索、网站发布	利用 CSS + JavaScript 技术完成至少两种网站风格样式切换、网站的站内和站外搜索、网站发布
	2 天	扩展音乐欣赏或图书管理功能	按照项目需求完成“音乐分类”栏目、“唱片专辑”栏目、“歌手”栏目、“MTV”栏目或者“图书分类”的二级和三级栏目、“图书排行榜”栏目、“最喜爱图书”栏目、“用户订单”表单管理
	1 天	验机、编写实验报告	完成所有任务需求，提交实验报告

3.2 C语言程序设计

3.2.1 汽车订票系统

适用对象	一年级学生
开设学期	一年级下学期或一年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	C 语言

一、实训目的

通过实现一个命令行模式的汽车订票系统，使学生掌握 C 语言程序设计的基本方法，具体包括：

- (1) 掌握结构体类型数据的定义方法和引用方法。
- (2) 掌握 C 语言程序设计中文件的打开、关闭、输入、输出及定位。
- (3) 学习单链表的使用。
- (4) 培养 C 语言程序编程规范。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

(1) 输入汽车路线信息

每条汽车路线信息包括车次、始发站、终点站、车辆类型、里程、出站时间、到站时间、票价、座位数。将汽车路线信息存入文件“car.dat”中。

(2) 生成票务信息

票务信息应根据输入的日期和车次自动生成，它包括车次、时间、已订票数、剩余票数等信息。将票务信息存入文件“ticket.dat”中。

(3) 订票业务

客户订票信息包括姓名、身份证号、车次、日期、座位数等信息。将客户订票信息存入文件“ticket-detail.dat”中。

有新客户订票时，先输入客户的姓名、身份证及其提出的车次、日期，查询该汽车路线的订票情况，若有余票，则为客户办理订票手续，然后将客户的订票信息添加到文件“ticket-detail.dat”中，并修改文件“ticket.dat”中该汽车路线的订票数和余票数。若无余票，则输出客满信息。

注意：当客户订多于一张票时，注意信息的处理。

(4) 退票业务

根据客户提出的订票信息，办理退票，从文件“ticket-detail.dat”中删除该客户订票信息，并修改文件“ticket.dat”中相应票务信息的已订票数和剩余票数。

(5) 修改汽车路线信息

修改汽车路线信息包括增加、删除、查询、退出汽车路线功能。另外，在修改汽车路

线前必须输入正确的用户密码才能进入修改汽车路线菜单进行操作。

注意：当该汽车路线有票务信息时，注意信息的处理。

(6) 修改密码

可以修改用户密码。

(7) 输出全部汽车路线信息、票务信息、客户订票信息

(8) 查找指定信息

① 用户可以按照汽车路线信息的车次、始发站、终点站、车辆类型、座位数、里程、出站时间、到站时间、票价等方式进行查询，查询到的汽车路线信息以列表形式全部显示。

② 用户可以按照票务信息，包括车次、始发站、终点站、车辆类型、座位数、里程、出站时间、到站时间、票价进行查询，查询到的票务信息以列表形式全部显示。

③ 用户可以按照姓名、身份证号、车次、日期、座位号等信息进行查询，查询到的客户订票信息以列表形式全部显示。

(9) 退出系统

用户退出及关闭汽车订票系统。

(10) 菜单导航

该软件支持菜单导航功能，用户可以按照菜单栏进行操作。

注意：“汽车订票系统”作为一个用来进行汽车票务管理的应用软件，在对其进行需求分析的过程中，需要充分考虑系统的可用性和有效性，联系实际应用，从而得到合理的软件设计。

2. 设计要求

(1) 对需求进行分析，将功能分解。

(2) 画出功能模块图。

(3) 整个程序不能只有 main 函数，必须按照功能模块图进行功能函数编写。功能函数不能少于 10 个。

(4) 汽车路线信息、票务信息和订票信息必须以结构体形式存储。

(5) 汽车路线信息、票务信息和订票信息必须存储在各自文件中。对文件进行操作实现对所需信息的增加、删除、修改、查询。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

开发语言：C 语言。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、需求分析，将功能要求合理划分为功能模块。

B、定义汽车路线信息、票务信息和订票信息结构体。

C、定义并完善增加路线、修改路线、增加票务、订票、退票、查找信息等功能函数。

D、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。

(2) 相关知识点（见表 3-3）

表 3-3 汽车订票系统开发项目相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
C 语言	结构体定义	struct 结构体名 {类型 1 成员 1; 类型 2 成员 2; 类型 n 成员 n; };
	文件存取	顺序存取，直接存取，数据存放有文本和二进制两种形式
	文件指针	file *指针变量名;
	打开文件	fopen(文件名,文件使用方式); 如: file *fp; fp=fopen("file_1","r");
	文件使用方式	1. "r"为读而打开文本文件（不存在则出错） 2. "rb"为读而打开二进制文件 3. "w"为写而打开文本文件（若不存在则新建；反之，则从文件起始位置写，原内容将被覆盖） 4. "wb"为写而打开二进制文件 5. "a"为在文件后面添加数据而打开文本文件（若不存在，则新建；反之，在原文件后追加） 6. "ab"为在文件后面添加数据而打开一个二进制文件 7. "r+"为读和写而打开文本文件（读数据时，从头开始；写数据时，新数据只覆盖所占的空间，其后不变） 8. "rb+"为读和写而打开二进制文件，只是在随后的读和写时，可以由位置函数设置读和写的起始位置 9. "w+"首先建立一个新文件，进行写操作，随后可以从头开始读（若文件存在，则原内容将全部消失） 10. "wb+"功能与"w+"同；只是在随后的读和写时，可以由位置函数设置读和写的起始位置 11. "a+"功能与"a"相同；只是在文件尾部添加新的数据后，可以从头开始读 12. "ab+"功能与"a+"相同；只是在文件尾部添加新数据之后，可以由位置函数设置开始读的起始位置
	读/写文件数据	格式化读/写函数：fscanf 和 fprintf
	文件关闭	调用的一般形式是： fclose(文件指针)。例如：fclose(fp); 正常完成关闭文件操作时，fclose 函数返回值为 0；如返回非零值，则表示有错误发生

2. 相关提示

(1) 增添功能

A、明确添加功能的需求，定义好结构体。

B、设计添加功能函数，定义形参和返回值，可以定义形参为结构体变量，返回值类型为整型，若返回 0 则表示添加成功，若返回其他数字则表示添加失败。

C、使用 sizeof 函数获得结构体字节数，使用块读/写文件形式，将信息追加存储在文件中。

(2) 修改功能

利用快速查找算法或其他查找算法，直接查找信息存储文件，通过比较结构体成员的值，读取该结构体信息。记录文件中位置，修改信息后再覆盖原来的结构体信息。

(3) 查询功能

同修改功能中的查询方法。

(4) 删除功能

查找到信息在文件中的存储位置后，将原来的信息覆盖为空格。

(5) 退出功能

由于每一次对文件的操作，都会有内容的改变，所以一定要对文件进行关闭操作。

3. 参考资料

(1) 苏小红等. C 语言大学实用教程（第 2 版）. 北京：电子工业出版社，2007。

(2) 谭浩强. C 语言程序设计（第三版）（第 10 章 结构体；第 12 章 文件）. 北京：清华大学出版社，2005。

(3) 张翔. C 语言函数大全（3.5 文件处理函数）. 北京：电子工业出版社，2002。

4. 效果图（如图 3-5 至图 3-12 所示）

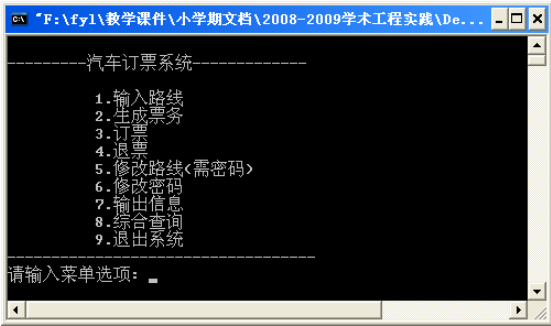


图 3-5 菜单导航

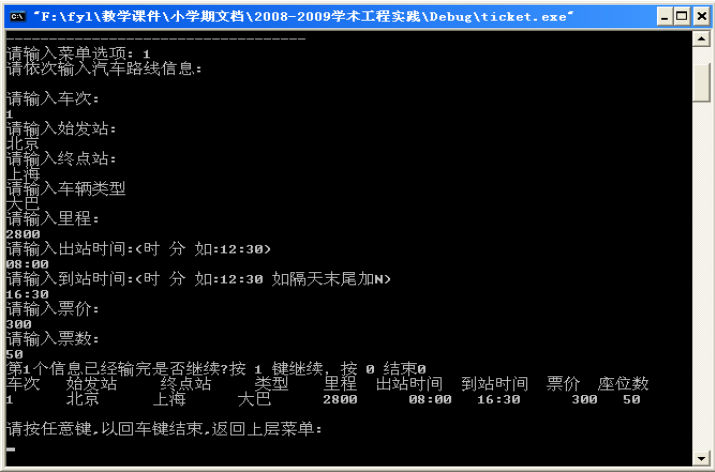


图 3-6 输入汽车路线信息

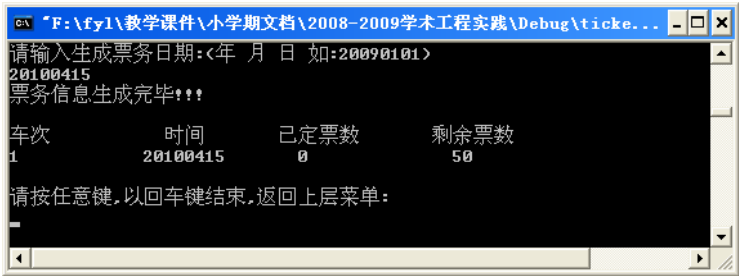


图 3-7 生成票务信息

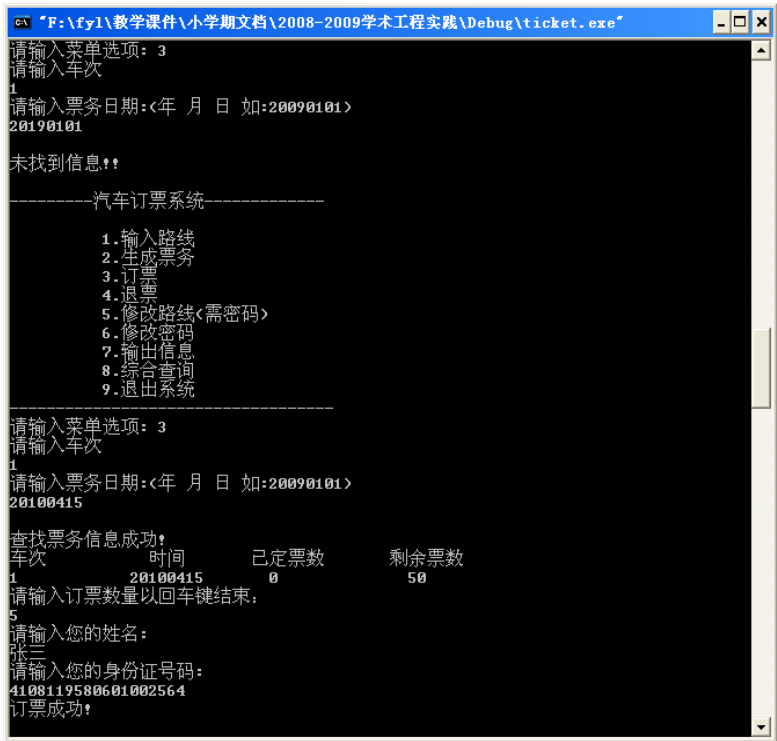


图 3-8 订票信息



图 3-9 退票信息

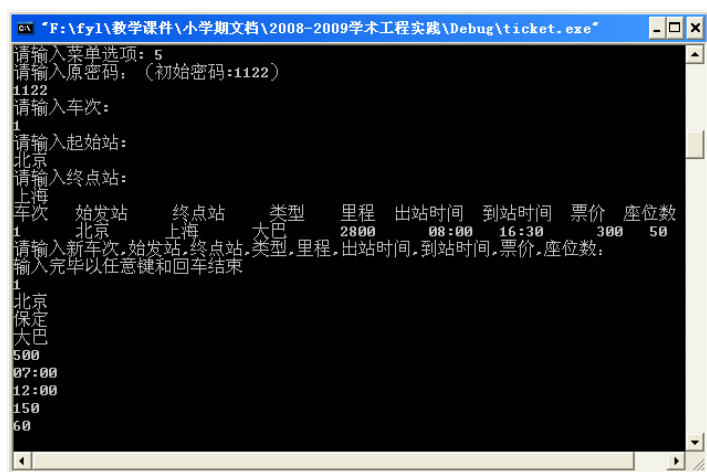


图 3-10 修改汽车路线

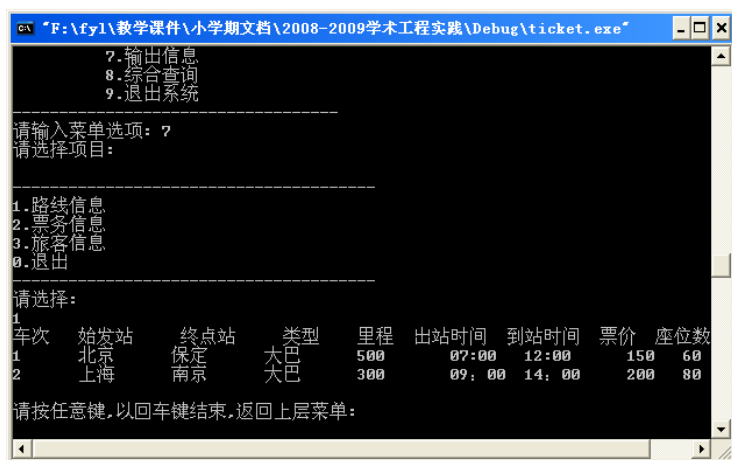


图 3-11 输出信息

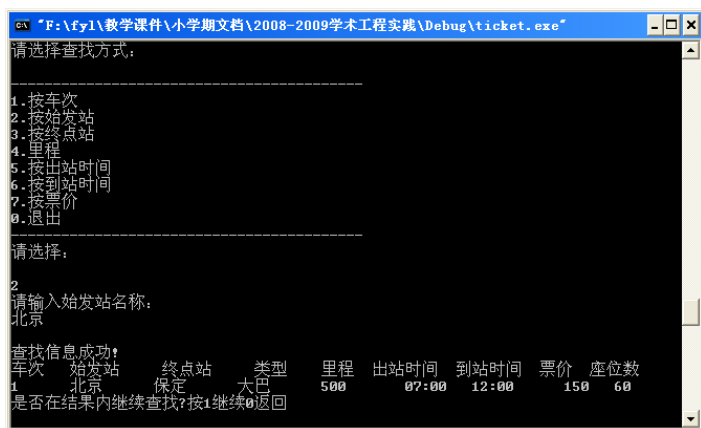


图 3-12 综合查询

四、进度安排（见表 3-4）

表 3-4 汽车订票系统项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第 一 周	1 天	查询项目需求，整理编写思路	对系统的功能进行初步的设计
	1 天	设计编写汽车订票系统的目录部分，以及对文件的操作	完成系统的菜单导航，并对系统的各个具体功能有一个理性的认识
	1 天	了解结构体的知识，创建汽车路线信息、票务信息、客户订票信息，并存入指定文件中	掌握利用结构体完成汽车路线、票务、订票信息的定义，并可向文件中保存数据信息
	2 天	按照项目需求实现订票、退票功能	完成订票信息的增加、修改汽车路线信息、删除客户订票信息，掌握文件信息的增加、修改、删除的方法
第 二 周	3 天	<ul style="list-style-type: none">● 实现修改汽车路线信息● 实现修改密码功能● 输出全部汽车路线信息、票务信息、客户订票信息	完成增添、删除、查询函数的编写，发现编写的问题，以便在今后的代码设计中解决
	2 天	<ul style="list-style-type: none">● 完成查找功能的编写● 测试、项目总结	完善系统，验机，提交实验报告

3.2.2 扫雷游戏

适用对象	一年级学生
开设学期	一年级下学期或一年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	1~2 周
预备知识	C 语言

一、实训目的

通过本实训，学生应具有独立设计并编写“扫雷游戏”这样简单的 C 语言程序的能力。

- (1) 掌握 C 程序设计的基本知识与基本函数。
- (2) 掌握数组、随机数函数、循环语句、条件语句和函数调用等方面的知识。
- (3) 了解一些简单的算法，并将其运用到程序中。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

“扫雷游戏”的目标是尽快找到雷区中的所有地雷，而不许踩到地雷。如果挖开的是地雷，玩家将输掉游戏。

- (1) 使用 C 语言命令行终端模式编写扫雷游戏（如图 3-14 至图 3-16 所示）。
- (2) 雷区的宽、高与地雷数量保存在 mine.ini 或 mine.cfg 文件中，用户可以自行更改。雷区的宽、高与地雷数必须满足：

$$0 < \text{雷区的宽} < 20$$
$$0 < \text{雷区的高} < 20$$

$$1 < \text{地雷数} < (\text{雷区的宽} - 2) * (\text{雷区的高} - 2)$$

游戏中的雷区显示必须满足配置文件的设置。

(3) 玩家输入横/纵坐标进行挖雷，如果被挖的区域不是地雷，而且其周围 8 个区域没有地雷，则显示为空白区域；如果空白区域是连续的，则将连续空白区域显示出来；如果其周围 8 个区域有地雷，则显示地雷的数量。如果被挖的区域是地雷，则游戏结束，在雷区上显示所有地雷。

(4) 当玩家胜利或失败后，玩家可以选择是否继续下一轮新游戏。

(5) 雷区四周要设置坐标值，方便玩家输入坐标值。

(6) 雷区的遮盖物、地雷和空白区域表示字符不能相同。

(7) 当玩家胜利后，显示本轮游戏所用的时间（附加需求）。

2. 设计要求

(1) 画出功能模块图。

(2) 整个程序不能只有 main 函数，必须按照功能模块图进行功能函数编写。功能函数不能少于 8 个。

(3) 配置文件中的参数行的顺序可以互换，可以有空行，等号两边、行首、行尾可以有任意空格。

(4) 程序中使用一维数组表示存储雷区。

(5) 必须使用动态数组开辟内存空间。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

开发语言：C 语言。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、需求分析（试玩一下 Windows 扫雷游戏，进而了解该项目的需求），严格按照需求和要求进行开发。

B、设计功能模块，定义功能函数。

选择算法：选择合适的算法并依照确定好的算法编写程序。选择算法时要考虑程序的时间复杂度，以及程序的可行性、健壮性、可读性等，尽量选择简便的算法。

变量规定：确定算法后，要确定各个变量的名称，注意各个数组变量与整型变量名称是否重复，变量名尽量用单词定义而不要用字母，以增加程序的可读性。

C、完善功能函数。

D、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。

(2) 相关知识点（见表 3-5）

表 3-5 扫雷游戏开发项目相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
C 语言	函数	函数定义、函数参数、函数调用、srand 和 rand 函数
	循环	for, while, do...while 语句的使用
	条件	if, if...else, select...case 语句的使用
	数组	数组定义、数组在内存存储的特点、动态内存分配
	输入/输出	标准输入与输出、scanf/sscanf/fscanf/printf 的高级用法
	随机数	随机数的产生、随机种子、真正的随机数
	其他	遍历、递归算法、配置文件

2. 相关提示

(1) 布置地雷

- A、重点学习 C 语言的随机生成函数。学习 srand 和 rand 函数。
- B、学习真正随机数的产生。提示：

```
//随机数产生
int number = (int) (((double)rand() / RAND_MAX *number_max);
```

(2) 统计地雷数

- A、查看自己编写的源代码，是否存在大量重复代码。根据需求再次进行设计，提取功能，简化代码。
- B、遍历不是地雷的每一个区域，然后再遍历每一个区域周围的 8 个区域，判断是否存在地雷。这个遍历过程不包括雷区最外层。可以这样设计：设计一个数组存放相对坐标值，这样就可以遍历周围 8 个区域了，而不用编写大量的代码。将雷区最外层设计一层“墙”，这样就不用再判断遍历时坐标是否超出雷区。

```
//相对坐标定义
int x-coordinate[8]={1,1,1,-1,-1,-1,0,0};
int y-coordinate[8]={-1,0,1,-1,1,0,1,-1};
```

(3) 空白区域展开

- A、重点学习递归算法。
- B、基本逻辑。

```
//空白处展开的基本逻辑
空白处展开函数：
int Function(char* mineArea, int x, int y)
显示该内容的内容；
If 坐标区域是空白 then
    for 搜索该坐标周围 8 个区域
        if 搜索到的区域是空白 then
            再次调用 Function;
```

```

else
    返回 0;
end if
end for
else
    返回 0;
end if

```

(4) 配置文件

配置文件设置，如图 3-13 所示。



图 3-13 配置文件设置

3. 参考资料

(1) C语言编程宝典. 电子资料下载: <http://download.chinaitlab.com> (srand函数、rand函数)。

(2) C 语言编程手册. 电子资料下载: <http://www.eshuba.com> (Chapter 4-Functions and Program Structure)。

4. 效果图 (如图 3-14 至图 3-16 所示)

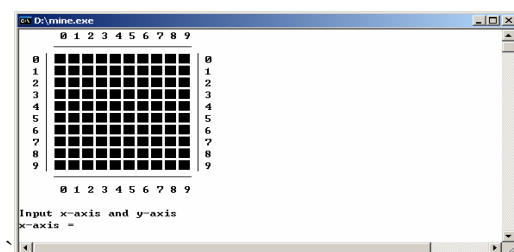


图 3-14 游戏开始

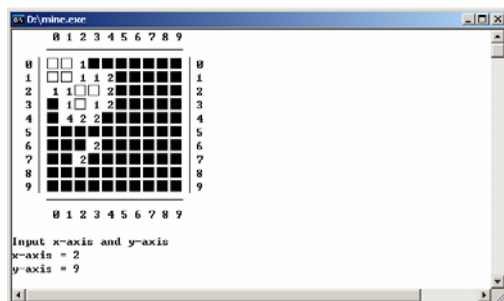


图 3-15 游戏过程

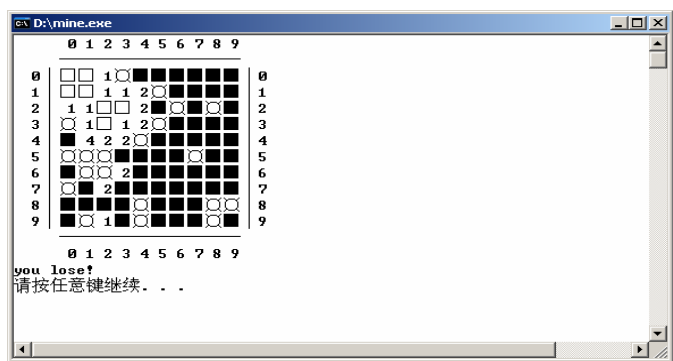


图 3-16 游戏结束

四、进度安排（见表 3-6）

表 3-6 扫雷游戏项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	运行 Windows 扫雷游戏，认真阅读分析项目需求及任务要求	完成需求分析，明确项目需求及任务要求
	2 天	设计程序结构图及流程图	完成项目结构图绘制，关键算法流程图绘制
	2 天	游戏配置文件功能函数、布雷功能函数编写	完成配置和布置功能函数，初步掌握功能函数的编写
第二周	3 天	挖地雷功能函数、游戏过程功能等函数编写	完成全部功能函数
	1 天	测试系统全部程序	完成并测试所有程序，修改 bug
	1 天	验机、编写实验报告	完成所有任务需求，提交实验报告

3.2.3 目录树

适用对象	一年级学生
开设学期	一年级下学期或一年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	1~2 周
预备知识	C 语言基础

一、实训目的

通过本实训，学生能够运用程序实现 DOS 环境下 tree 命令的基本功能。

- (1) 了解 DOS 环境下 tree 命令的基本功能。
- (2) 掌握命令行格式的命令程序的编写。
- (3) 掌握目录、文件的基本操作。
- (4) 掌握目录或文件的属性判断方法。
- (5) 掌握递归函数的用法。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

实现 DOS 环境下的 tree 命令的基本功能。

2. 设计要求

- (1) 画出功能模块图。
- (2) 整个程序中不能只有 main 函数，必须按照功能模块图进行功能函数编写。功能函数不能少于 8 个。
- (3) 命令行格式 mytree <目录名>。
- (4) 当用户命令或命令参数输入错误时，要有帮助提示。
- (5) 在显示中添加目录连线，节点与分支点连线要有区别。

3. 开发环境

操作系统：Windows。
开发语言：C 语言（TC）。

三、项目指导

1. 相关知识点

- (1) 整体规划
 - A、需求分析（在 Windows 终端下运行 tree 命令，分析和研究其实现过程）。
 - B、设计功能模块，定义功能函数。
 - C、完善功能函数。
 - D、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。
- (2) 相关知识点（见表 3-7）

表 3-7 目录树开发项目相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
C 语言	结构体	结构体定义、结构体引用
	库函数	dir.h， dos.h 中的库函数使用
	文件	对文件的操作（打开文件、关闭文件、读写文件、定位文件）、二进制文件与文本文件的区别、文件指针
	TC 中目录操作	文件信息结构体、文件属性、目录操作功能函数（chdir、findfirst、findnext、fumerge、fnsplit、getcurdir）

2. 相关提示

- (1) TC 目录函数
 - A、学习 Windows 目录及文件存储结构。
 - B、TC 中目录操作简单介绍，TC 中文件信息保存为一个结构体，定义如下：

```
//ffblk 为指定的保存文件信息的一个结构
struct ffblk
{
    char ff_reserved[21];    /*DOS 保留字*/
}
```

```

char ff_attrib;           /*文件属性*/
int ff_fsize;             /*文件时间*/
int ff_fdate;             /*文件日期*/
long ff_fsize;            /*文件长度*/
char ff_name[13];         /*文件名*/
}

```

C、上述文件属性中，TC 中有几个常量表示：

```

//ff_attrib 为文件属性，由以下字符代表
FA_RDONLY                /*只读文件*/
FA_LABEL                  /*卷标号*/
FA_HIDDEN                 /*隐藏文件*/
FA_DIRECT                 /*目录*/
FA_SYSTEM                 /*系统文件*/
FA_ARCHIVE                /*档案*/

```

D、TC 目录函数，所在函数库文件为 dir.h, dos.h, 其中：

① int chdir(char *path) 使指定的目录 path（如"C:\\WPS"）变成当前的工作目录，若成功则返回 0。

② int findfirst(char *pathname,struct fblk *fblk,int attrib)查找指定的文件，若成功则返回 0。pathname 为指定的目录名和文件名，如"C:\\WPS\\TXT"。

③ int findnext(struct fblk *fblk) 取匹配 findfirst 的文件，若成功则返回 0。

3. 参考资料

- (1) 苏小红等.C 语言大学实用教程（第 2 版）. 北京：电子工业出版社，2007。
- (2) 谭浩强.C 语言程序设计（第三版）（第 10 章 结构体）. 北京：清华大学出版社，2005。
- (3) C 语言编程宝典. 电子资料下载：<http://download.chinaitlab.com>（函数）。
- (4) C 语言编程手册. 电子资料下载：<http://www.eshuba.com>（Chapter 6: Structures）。

4. 效果图（见图 3-17）

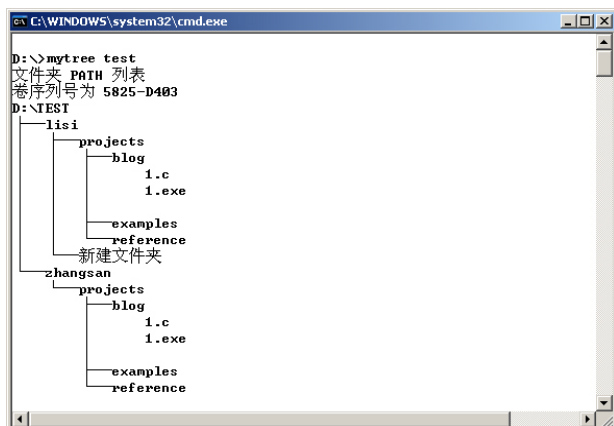


图 3-17 运行结果

四、进度安排（见表 3-8）

表 3-8 目录树项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	了解 DOS 中的 tree 命令	熟练使用 tree 命令，明确项目需求
	2 天	设计程序结构图及流程图	完成项目结构图绘制，完成关键算法流程图绘制
	2 天	学习使用 dir.h，dos.h 中的库函数	编写简单例子，掌握 dir.h，dos.h 中的库函数用法
第二周	3 天	按照 tree 命令，编写代码	完成系统的功能代码
	1 天	测试系统程序	完成并测试所有程序，修改 bug
	1 天	验机、编写实验报告	完成所有任务需求，提交实验报告

3.2.4 智能猜数字游戏

适用对象	一年级学生
开设学期	一年级下学期或一年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	1~2 周
预备知识	C 语言基础

一、实训目的

通过本实训，学生应具有独立设计并编写“智能猜数字游戏”这样简单的 C 语言程序的能力。

- (1) 掌握有关 C 程序设计的基本知识与基本函数。
- (2) 掌握数组、随机数函数、循环语句、条件语句以及函数的调用等知识。
- (3) 了解一些简单的算法，并将其运用到程序中。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

智能猜数字游戏：在一个长度为 n 的数组 C 中，存入从长度为 m 的数组 A 中选出的 n 个字符，与数组 B 的内容进行比较，输出比较结果。比较结果有一个“1”，表示数组 C 中有一个字符的位置与数组 B 的相同；比较结果有一个“0”，表示数组 C 中有一个字符与数组 B 的相同，但位置不同。

2. 设计要求

- (1) 画出功能模块图。
- (2) 整个程序中不能只有 main 函数，必须按照功能模块图进行功能函数编写。功能函

数不能少于 8 个。

- (3) 游戏中包括子游戏，子游戏为游戏玩家猜想数字和计算机智能猜想数字。
- (4) 数组 B 由计算机随机生成。
- (5) 输出结果时，先输出“1”后输出“0”。
- (6) 直到输出结果全部是“1”时才结束程序。
- (7) 计算机猜数字阶段，要显示每次的猜数字内容，并在猜数字结束时显示总步数。
- (8) 计算机猜数字完毕后，要显示猜想所用的时间。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

开发语言：C 语言。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、需求分析（试玩一下文曲星电子字典中的猜数字游戏，了解游戏需求），严格按照需求和要求进行开发。

B、设计功能模块，定义功能函数。

① 选择算法。选择合适的算法并依照确定好的算法编写程序。选择算法时要考虑程序的时间复杂度，以及程序的可行性、健壮性、可读性等，尽量选择简便的算法。

② 规定变量。确定算法后，要确定各个变量的名称，注意各个数组变量与整型变量名称是否重复，变量名尽量用单词定义而不要用字母，以增加程序的可读性。

C、完善功能函数。

D、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。

(2) 相关知识点（见表 3-9）

表 3-9 智能猜数字游戏开发项目相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
C 语言	函数	函数调用、随机数函数、clock 函数
	逻辑控制	顺序、条件、循环、三目运算
	数组	数组定义、数组在内存存储的特点、数组的使用
	其他	简单算法、计数器

2. 相关提示

(1) 答案比较

用户输入的数字与正确答案比对时需要注意，确定数字的比对结果是“0”或“1”后，该数字不再继续比对。例如，用户输入为“4424”，正确答案为“4118”，此时用户输入的第一个“4”经过比对后，确认数字值和数字位置都正确，所以用户输入的后两个“4”不

进行数字值和位置的校验。

(2) 智能猜数字游戏思路设计

A、在智能猜数字前，可以先统计出结果的全集。当有猜测数后，在全集中进行排除工作。如果新猜的数字结果和原来猜的数字结果不一样，则排除此次猜测。

B、在计算机智能猜数时，可以先固定猜测两次，这样可以提高猜测速度。

C、尽量不使用“穷举法”猜数字。所谓“穷举法”就是先试出全部数字，然后再排列数字。

穷举法举例：

```
标准答案为： 2 1 3 2
第一次猜测： 1 1 1 1  猜测结果： 1   结论：肯定有一个“1”
第二次猜测： 2 2 2 2  猜测结果： 1 1 结论：肯定有两个“2”
第三次猜测： 3 3 3 3  猜测结果： 1   结论：肯定有一个“3”
第四次猜测： 1 2 2 3  猜测结果： 0 0 0 0 结论：数字都对但位置都不对
第五次猜测： 2 1 2 3  猜测结果： 1 1 0 0 结论：数字都对但两个位置不对
第六次猜测： 2 1 3 2  猜测结果： 1 1 1 1 结论：全部正确
```

“穷举法”是先穷举出数字正确，然后再排列组合出其位置。

D、通过记录每次输入的猜测答案，用当前猜测答案和历史的猜测答案比对，从而使下一次猜测答案的正确性最大化。不同于穷举法，这种方法在每一次猜测过程中同时考虑数字的正确性和数字位置的正确性。

3. 参考资料

(1) C语言编程宝典. 电子资料下载：<http://download.chinaitlab.com>（1.3 控制流程语句）。

(2) C语言编程手册. 电子资料下载：<http://www.eshuba.com>（Chapter 3: Control Flow; Chapter 5: Arrays）。

4. 效果图（如图 3-18 至图 3-21 所示）

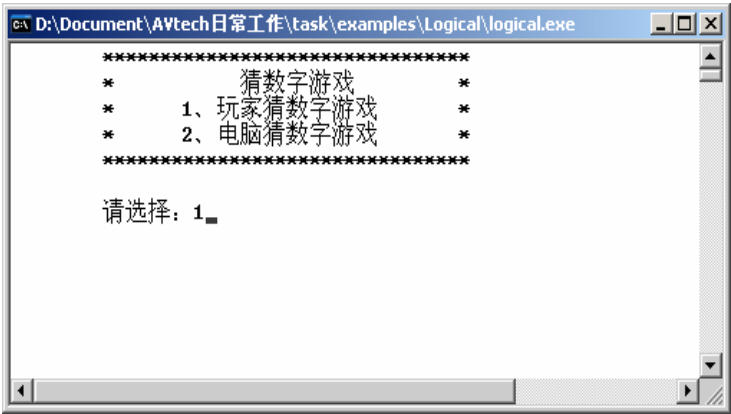


图 3-18 主界面

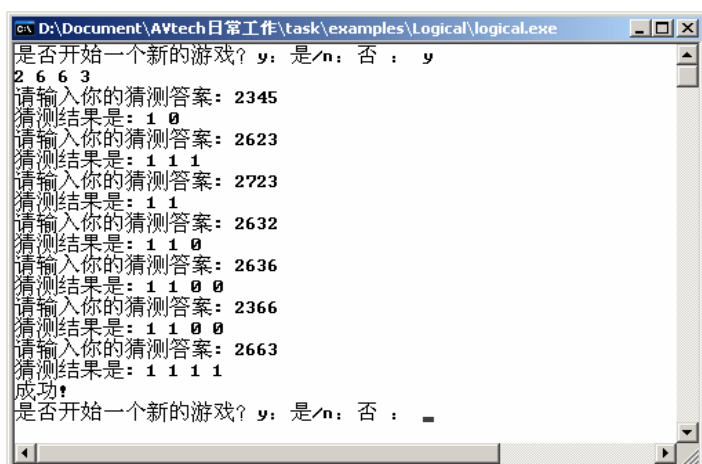


图 3-19 玩家猜数字游戏界面

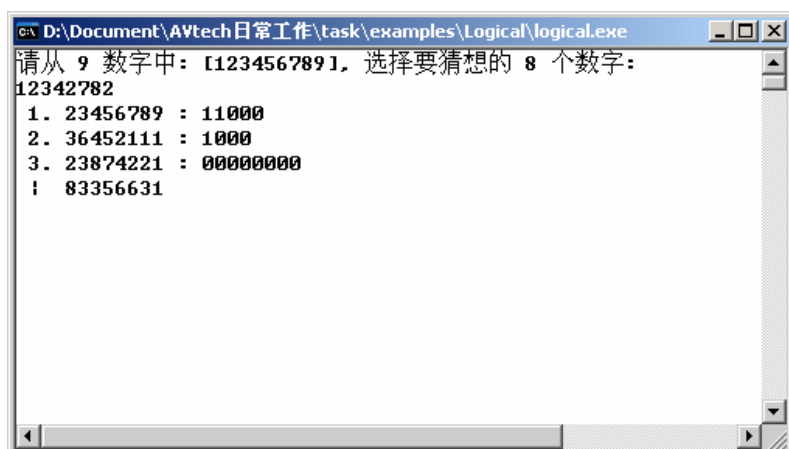


图 3-20 计算机猜数字过程

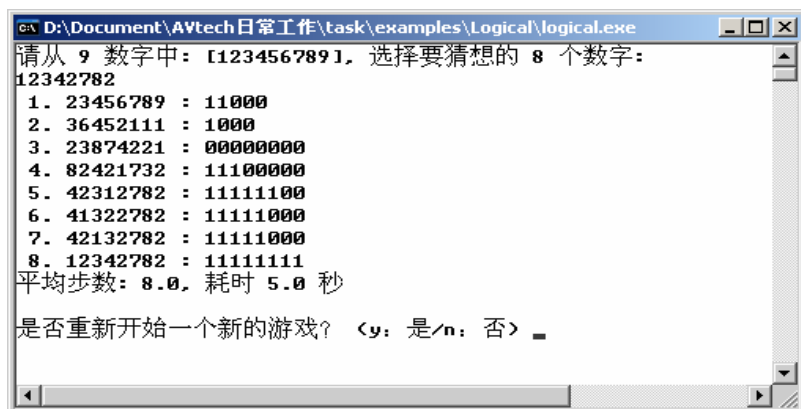


图 3-21 计算机猜数字结果

四、进度安排（见表 3-10）

表 3-10 智能猜数字游戏项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	实践猜数字游戏	明确程序要求
	2 天	设计程序结构图及算法	完成项目结构图绘制，完成关键算法流程图绘制
	2 天	规定变量，并实现算法阶段	完成创建数组、产生随机数程序的编写
第二周	3 天	实现计算机猜数字功能	完成计算机猜数字，掌握条件语句，循环语句的应用
	1 天	实现显示步数和时间的功能	完成步数和时间编写，掌握计数器和 clock 函数的应用
	1 天	验机、编写实验报告	完成所有任务需求，提交实验报告

3.3 面向对象程序开发

3.3.1 电子通讯录

适用对象	二年级学生
开设学期	二年级下学期或二年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	1 周
预备知识	C++语言

一、实训目的

通过本次实训，使学生具备使用 C++语言开发小型应用程序的能力。

- (1) 掌握面向对象思想。
- (2) 掌握 C++基本语法。
- (3) 掌握 C++语言文件操作。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

实现“电子通讯录”的如下功能：

- (1) 添加联系人信息

用户可以添加联系人信息，主要包括：联系人姓名、性别、电话、出生年月、通讯地址、电子邮件等。

- (2) 浏览联系人信息

用户可以浏览全部联系人信息。联系人所有信息以列表形式全部显示。

- (3) 修改联系人信息

用户选择联系人的编号后，可以对该联系人的所有信息进行修改。

- (4) 查找联系人

用户可以按照联系人的姓名、性别、序号、出生年月、通讯地址、电话等信息进行查询，查询到的联系人信息以列表形式全部显示。

(5) 删除联系人信息

用户可以选择联系人的编号，删除被选择联系人的所有信息。

(6) 退出通讯录

用户可以退出及关闭通讯录程序。

2. 设计要求

(1) 使用 OOA 方法（面向对象的分析）对项目需求进行分析。使用 OOD 方法（面向对象的设计）对项目进行设计。使用 OOP 方法（面向对象的实现）对项目进行编码实现。

(2) 系统中信息在内存中的存储必须使用结构体数据结构。

(3) 系统中信息存储在以“.db”为后缀的文件中。“.db”文件可以有一个或多个。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

开发语言：C++语言。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、学习面向对象的基本知识和表示方法。

B、认真阅读项目需求和要求，根据学习的面向对象知识，使用面向对象思想进行需求分析，绘制类图与类关系图。

C、根据类图、用例图等，建立链表、树，并实现访问树的遍历。

D、使用 C++实现类。

E、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。

(2) 相关知识点（见表 3-11）

表 3-11 电子通讯录项目开发相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
面向对象技术	OOA 面向对象的分析	基本概念：对象、类 OOA 模型：静态模型（类图）、动态模型（交互图）
	OOD 面向对象的设计	
	OOP 面向对象的实现	
C++	基本知识	函数、域、函数重载、函数模板、异常处理
	结构体	结构体操作

2. 相关提示

(1) 增添功能

按照系统需求定义联系人结构体的各个成员。把从键盘输入的数据放入结构体中保存。

(2) 修改功能

通过记录显示找到要修改信息的位置，然后修改其数据信息。

(3) 查找功能

通过循环将结构体中的成员与键盘输入的数据信息进行比较，将比较相同的结果全部显示出来。

(4) 删除功能

找到结构体中与删除信息相同的记录，将原有信息清空。

3. 参考资料

- (1) 周霁如, 林伟健. C++程序设计基础 (第 3 版). 北京: 电子工业出版社, 2010.
- (2) 谭浩强. C++程序设计 (第 8 章 类和对象). 北京: 清华大学出版社, 2004.
- (3) 殷人昆. 数据结构 (用面向对象方法与C++语言描述) (第 2 版) (第 2 章 线性表; 第 5 章 树). 北京: 清华大学出版社, 2007.

4. 效果图 (如图 3-22 至图 3-27 所示)

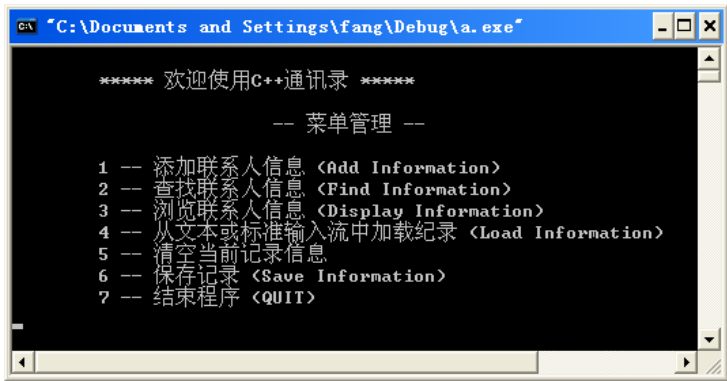


图 3-22 菜单导航

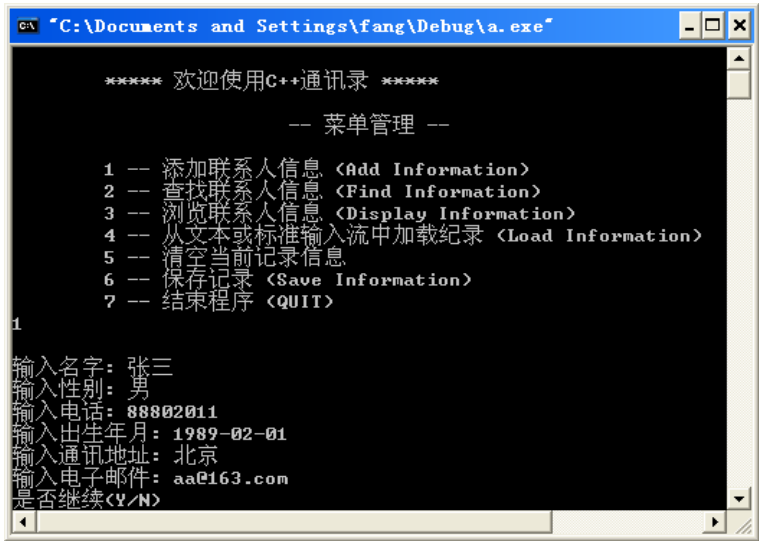


图 3-23 添加联系人



图 3-24 查找联系人



图 3-25 显示查找结果



图 3-26 修改功能



图 3-27 显示全部联系人信息

四、进度安排（见表 3-12）

表 3-12 电子通讯录项目开发进度表

时 间	进 度		目 标
第一周	1 天	使用面向对象思想进行分析与设计	完成电子通讯录设计
	1 天	实现对结构体的读/写操作	完成使用各种函数对结构体进行读/写操作
	1 天	实现函数的定义与使用	通过函数的编写完成对联系人信息的增加、修改、查找和删除
	1 天	测试系统程序	使用黑盒测试方法对程序进行测试，修改出现的 bug
	1 天	验机、编写实验报告	完成所有任务需求，提交实验报告

3.3.2 模拟Windows窗体实现

适用对象	二年级学生
开设学期	二年级下学期或二年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	C++语言

一、实训目的

通过本实训，创建一个用 C++语言模拟的 Windows 窗口。

- (1) 掌握有关 Windows 画图的 API 函数。
- (2) 进一步理解面向对象分析、面向对象设计、面向对象开发的思想。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

(1) 使用 C++的绘图函数绘制 Windows 窗体及其窗体上的控件。控件包括标题栏，标题栏右边的最小化按钮、最大化按钮、关闭按钮，状态栏，标签框，文本框等。

- (2) 窗体与其空间的长、高、背景颜色、文字颜色、位置等属性可以自定义。
- (3) 不需要实现窗体和控件的事件响应（鼠标事件、键盘事件等）。
- (4) 不需要使用 MFC 类库，所有的窗体和控件都是绘制而成的。

2. 设计要求

- (1) 使用 OOA 方法（面向对象的分析）对项目需求进行分析。使用 OOD 方法（面向对象的设计）对项目进行设计。使用 OOP 方法（面向对象的实现）对项目进行编码实现。
- (2) 必须绘制用例图、类图。
- (3) 可选择绘制交互图、状态图、活动图。
- (4) 系统中不能只有一个类。类之间要有联系。
- (5) 窗体与控件的组合是随意的，并不是固定好的。

3. 开发环境

操作系统：Windows。
开发语言：C++语言。
开发工具：Borland C++ IDE 或 DEV C++ IDE 和 Console GDI。

三、项目指导

1. 相关知识点（见表 3-13）

表 3-13 模拟 Windows 窗口实现项目开发相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
面向对象技术	基本概念	对象、类、属性、服务、继承
C++	函数	函数定义、函数调用、Windows 画图的 API 函数
	容器	STL、vector、迭代器、map、multimap、multiset、栈、队列
	面向对象特性	类、类关系、重载、多态、基类、派生类、构造函数、析构函数、操作符重载
UML	UML 图示	类图/用例图/交互图/状态图/顺序图的表示

2. 相关提示

(1) 相关函数提示

```
setcolor(int color)           //设置颜色
setbkcolor(int color)        //设置背景颜色
rectangle(int left, int top, int right, int bottom) //绘制矩形
outtextxy(int x, int y, char *str) //设置文字
setfillstyle(int pattern, int color) //设置填充模式和颜色
//填充类型
enum fill_styles
{
    EMPTY_FILL,    SOLID_FILL,    LINE_FILL,
```

```
LTSLASH_FILL, SLASH_FILL, BKSLASH_FILL,  
LTBKSLASH_FILL, HATCH_FILL, XHATCH_FILL,  
INTERLEAVE_FILL, WIDE_DOT_FILL, CLOSE_DOT_FILL, USER_FILL  
};
```

(2) 类的设计与类关系设计

A、类的设计（如图 3-28 至图 3-32 所示）

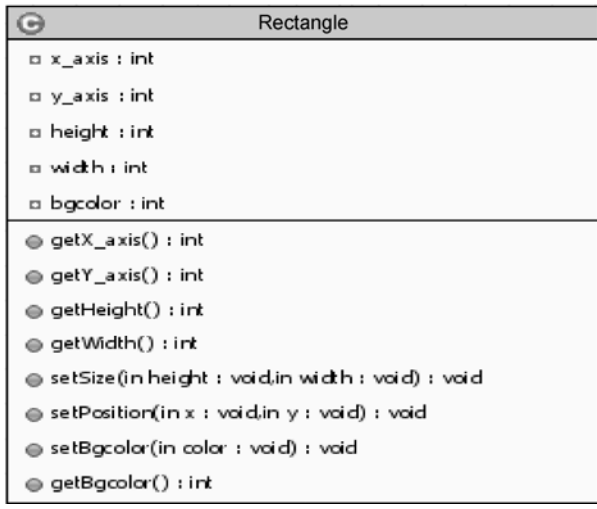


图 3-28 Rectangle 类

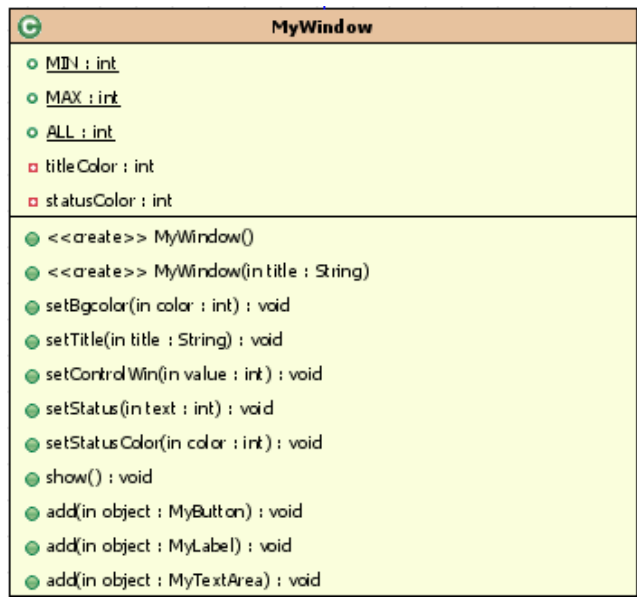


图 3-29 MyWindow 类

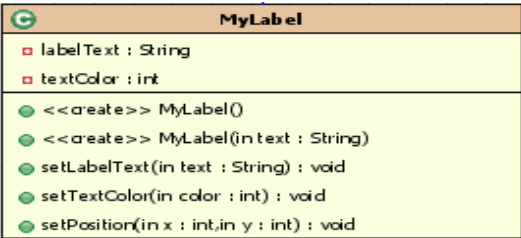


图 3-30 MyLabel 类

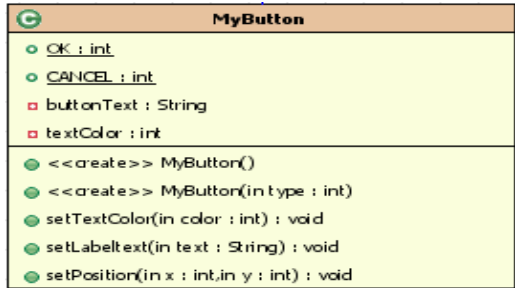


图 3-31 MyButton 类

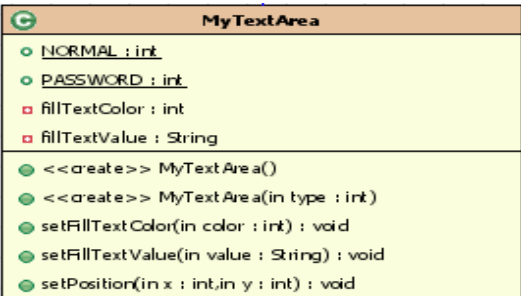


图 3-32 MyTextArea 类

B、类关系的设计（见图 3-33）

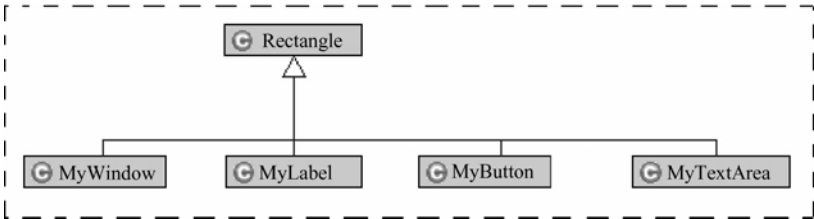


图 3-33 类关系

3. 参考资料

- (1) 周霭如，林伟健. C++程序设计基础（第3版）. 北京：电子工业出版社，2010.
- (2) 谭浩强. C++程序设计（第8章 类和对象）. 北京：清华大学出版社，2004.

（3）宛延闯，定海. 面向对象分析和设计（第 3 章 对象模型；第 4 章 高级对象模型）。北京：清华大学出版社，2001。

（4）SINAN SI ALBIR. UML技术手册（第七章 类图和对象图；第八章 用例图；第九章 序列图；第十章 协作图；第十一章 状态图）。北京：中国电力出版社，2002。

4. 效果图（如图 3-34 所示）

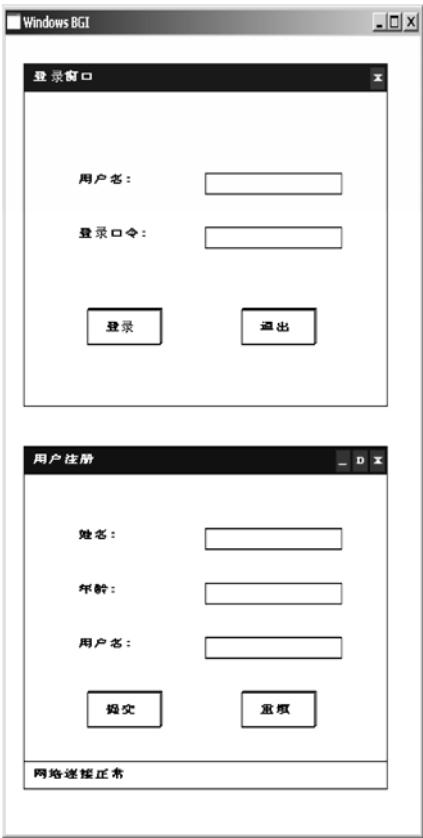


图 3-34 效果图

四、进度安排（见表 3-14）

表 3-14 模拟 Windows 窗口实现项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	3 天	了解面向对象的概念，能用 C++实现一个简单的类	学会用 C++实现类，完成类的继承、多态等功能
	1 天	学习使用 Borland C++或配置 DEV C++的 BGI	掌握 IDE 的用法，能使用相关函数绘制一些简单的图形
	1 天	进行需求分析，实现类图设计	完成 Rectangle 类、MyWindow 类、MyLable 类、MyButton 类、MyTextArea 类的设计和类关系设计
第二周	3 天	实现类的编码	完成每个类的代码，使程序运行成功
	1 天	调试全部系统程序	调试系统参数、检查 bug
	1 天	验机，编写实验报告	完成所有任务需求，提交实验报告

3.3.3 宿舍楼管理系统

适用对象	二年级学生
开设学期	二年级下学期或二年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	C++语言

一、实训目的

通过本次实训，学生应具备使用 C++语言开发小型应用程序的能力。

- (1) 掌握面向对象思想（OOA，OOD，OOP）。
- (2) 掌握 C++基本语法。
- (3) 掌握基本数据结构（链表、二叉树等）。
- (4) 掌握 C++语言文件操作。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

“宿舍楼管理系统”要实现的功能如下：

- (1) 系统管理员可以通过系统添加宿舍楼信息、楼层信息、房间信息、楼长信息。
 - A、宿舍楼信息包括：宿舍楼楼号、竣工时间等。
 - B、楼层信息包括：所属宿舍楼的楼号、楼层号、楼层房间数等。
 - C、房间信息包括：房间号码、床位数量等。
 - D、楼长信息包括：姓名、年龄、职位等。

- (2) 楼长可以添加室长、保洁员的基本信息，其基本信息包括：姓名、年龄、职位、学历、工号、学号等。
- (3) 室长可以添加本宿舍学生的基本信息。学生基本信息包括：姓名、专业、年级、学号、所在宿舍楼、所在楼层、所在宿舍编号等。
- (4) 保洁员可以添加工作记录信息。工作记录信息包括：日期、工作内容、工作结果、检查结果等。
- (5) 室长通过自己的学号，查询自己所住宿舍的详细信息。
- (6) 楼长可以通过保洁员的工号查询该保洁员的全部工作记录信息。
- (7) 系统管理员可以查询宿舍楼信息、某宿舍楼楼层信息、某宿舍楼某楼层房间信息，以及楼长、室长、保洁员、学生的全部信息。

2. 设计要求

- (1) 使用 OOA 方法（面向对象的分析）对项目需求进行分析。使用 OOD 方法（面向对象的设计）对项目进行设计。使用 OOP 方法（面向对象的实现）对项目进行编码实现。
- (2) 必须绘制用例图、类图。
- (3) 可选择绘制交互图、状态图、活动图。

- (4) 系统中不能只有一个类。类之间要有联系。
- (5) 系统中信息在内存中的存储必须使用链表、二叉树等数据结构。
- (6) 系统中信息存储在以“.db”为后缀的文件中。“db”文件可以有一个或多个。

3. 开发环境

操作系统：Windows。
开发语言：C++语言。
开发工具：DEV C++。

三、项目指导

1. 相关知识

(1) 开发流程

- A、深入学习面向对象基本知识和表示方法。
- B、认真阅读项目需求和要求，根据学习的面向对象知识，使用面向对象思想进行需求分析。
- C、分析系统参与者、系统功能，绘制用例图。
- D、找出与识别系统对象，抽象出类，分析出类之间的关系，对象的属性及行为，绘制类图。
- E、根据类图、用例图等，使用 C++代码实现。
- F、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。

(2) 相关知识点（见表 3-15）

表 3-15 宿舍楼管理系统开发项目相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
面向对象技术	OOA 面向对象的分析	基本概念：对象、类、属性、服务、继承、泛化、消息连接、关联、聚合、多态 OOA 模型：静态模型（用例图、类图）、动态模型（交互图、状态图、顺序图）、模型组织
	OOD 面向对象的设计	
	OOP 面向对象的实现	
C++	基本知识	变量类型、表达式、逻辑流程控制、函数、异常处理
	面向对象特性	类、重载、类模板、类继承、基类、派生类、静态成员、嵌套类、构造函数、析构函数、友元函数、操作符重载、this 指针
数据结构	链表	链表的定义、链表增加、修改、删除、查询操作
	树和二叉树	树、二叉树定义、二叉树遍历
UML	UML 图示	类图/用例图/交互图/状态图/顺序图的表示

2. 相关提示（面向对象分析及设计）

- A、重点学习面向对象分析及设计。
 - B、真正理解面向对象的思想，采用面向对象思想思考问题。
 - C、项目中涉及的事物有宿舍楼、楼层、房间；室长、楼长、保洁员、学生。
- 类设计提示如图 3-35 至图 3-45 所示。

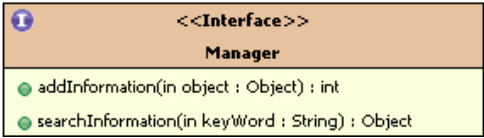


图 3-35 Manager 接口

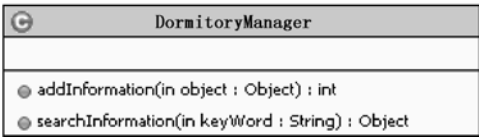


图 3-36 DormitoryManager 类

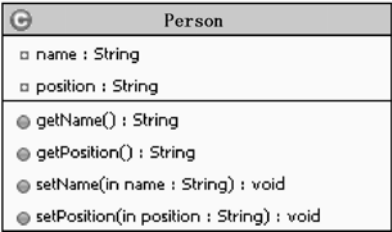


图 3-37 Person 类

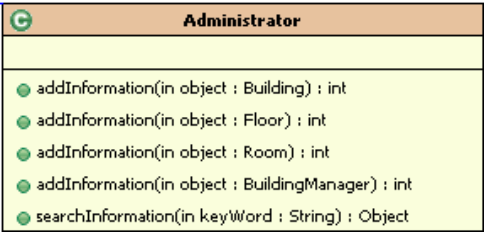


图 3-38 Administrator 类

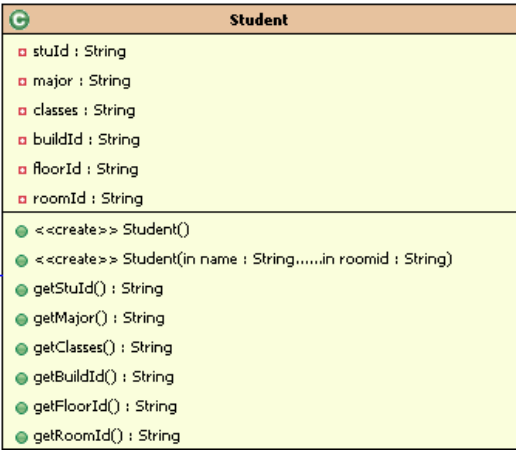


图 3-39 Student 类

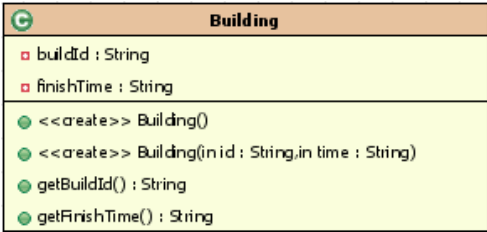


图 3-40 Building 类

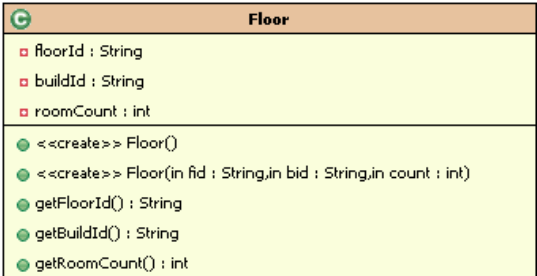


图 3-41 Floor 类

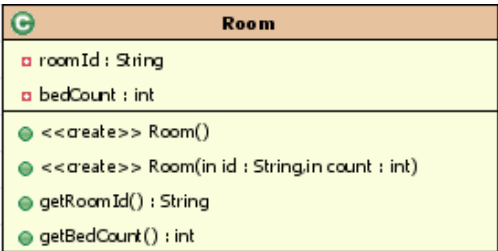


图 3-42 Room 类

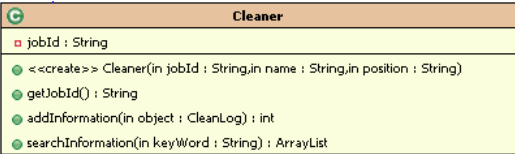


图 3-43 Cleaner 类

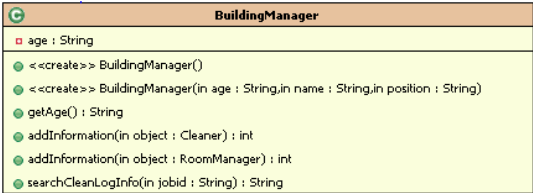


图 3-44 BuidingManager 类

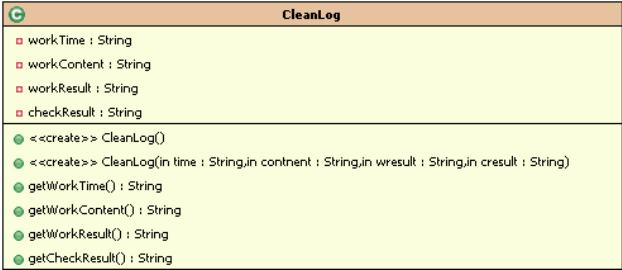


图 3-45 CleanLog 类

类之间的关系提示如图 3-46 所示。

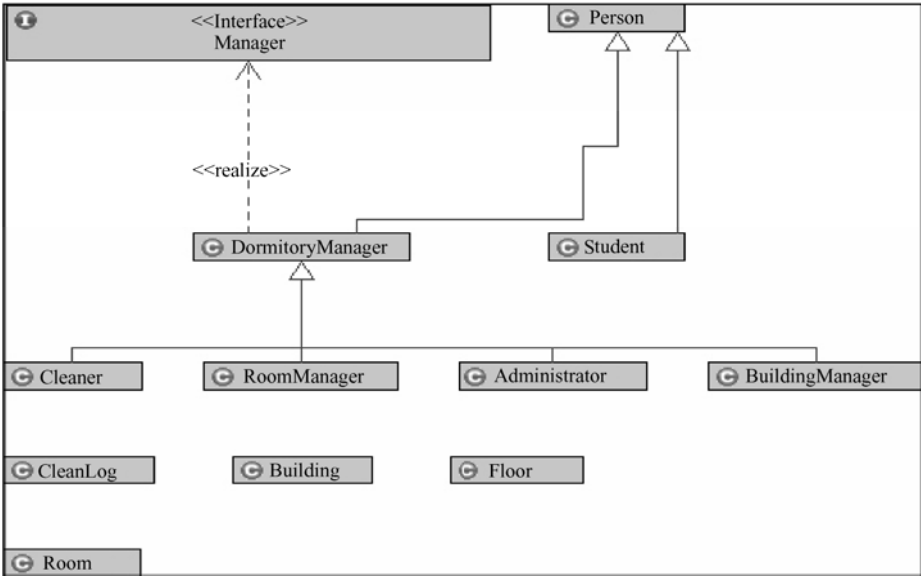


图 3-46 类之间的关系

3. 参考资料

(1) 周霭如, 林伟健. C++程序设计基础 (第 3 版). 北京: 电子工业出版社, 2010.

(2) 谭浩强. C++程序设计 (第 8 章 类和对象). 北京: 清华大学出版社, 2004.

(3) 殷人昆. 数据结构 (用面向对象方法与C++语言描述) (第 2 版) (第 2 章 线性表; 第 5 章 树). 北京: 清华大学出版社, 2007.

(4) 宛延闯, 定海. 面向对象分析和设计 (第 3 章 对象模型; 第 4 章 高级对象模型).

北京：清华大学出版社，2001。

(5) SINAN SI ALBIR. UML技术手册（第七章 类图和对象图）. 北京：中国电力出版社，2002。

4. 效果图（如图 3-47 至图 3-50 所示）

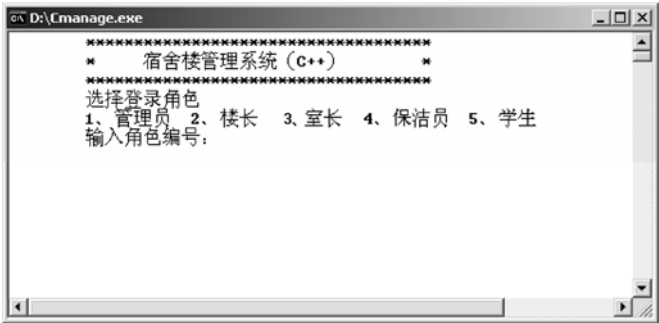


图 3-47 “宿舍楼管理系统”主界面

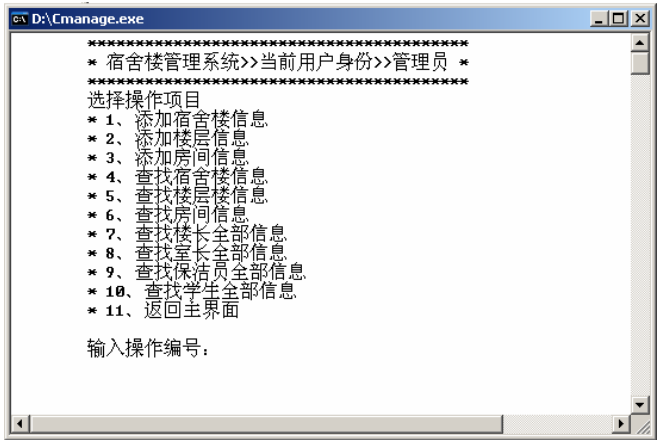


图 3-48 管理员操作主界面

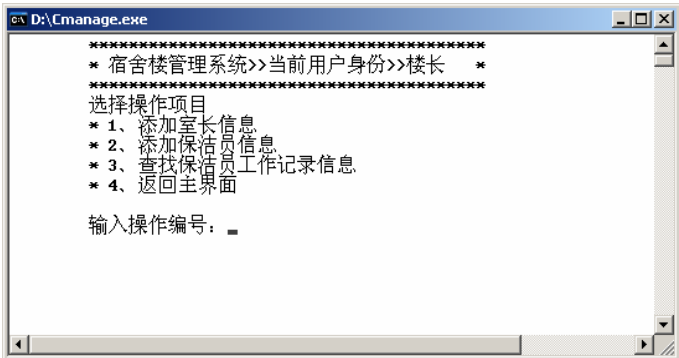


图 3-49 楼长操作主界面

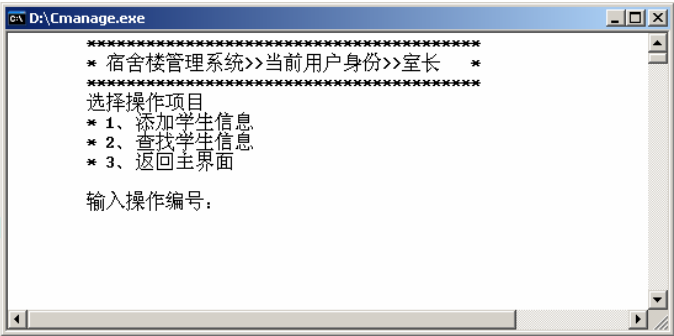


图 3-50 室长操作主界面

四、进度安排（见表 3-16）

表 3-16 宿舍楼管理系统项目开发进度表

时 间	进 度		目 标
第一周	2 天	使用面向对象思想进行需求分析	绘制用例图、类图及类的关系图
	3 天	使用面向对象方法设计，并用 C++语言实现类	进一步优化类图。使用 C++ 语言创建 Manager 接口、DormitoryManager 接口、Person 类、Administrator 类、Student 类、Building 类、Floor 类、Room 类、Cleaner 类、BuildingManager 类、CleanLog 类及其属性和方法
第二周	3 天	完善类内部代码，整合代码	完成类的代码，实现宿舍楼、房间、人员等信息的管理
	1 天	测试全部系统程序	使用黑盒测试方法进行系统测试，修改出现的 bug
	1 天	验机，编写实验报告	完成所有任务需求，提交实验报告

3.3.4 图像处理程序

适用对象	二年级学生
开设学期	二年级下学期或二年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	C++语言基础

一、实训目的

- （1）通过对 bmp 图片的处理，了解 bmp 图片文件的存储格式。
- （2）通过使用面向对象技术，进一步掌握面向对象技术的用法。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

- （1）准备一个 bmp 图片文件。
- （2）通过设置起始坐标和截取图片的长和高，截取相应区域的图片。以像素为单位。
- （3）在截取的图片上，可绘制直线、圆、矩形等图形。

(4) 截取图片与绘制图形不支持界面控制，而使用命令行参数进行坐标和参数的设置。

2. 设计要求

(1) 使用 OOA 方法（面向对象的分析）对项目需求进行分析。使用 OOD 方法（面向对象的设计）对项目进行设计。使用 OOP 方法（面向对象的实现）对项目进行编码实现。

- (2) 必须绘制用例图、类图。
- (3) 可选择绘制交互图、状态图、活动图。
- (4) 系统中不能只有一个类。类之间要有联系。

3. 开发环境

操作系统：Windows。
开发语言：C++语言。
开发工具：DEV C++。

三、项目指导

1. 相关知识点（见表 3-17）

表 3-17 图像处理程序项目开发相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
面向对象技术	基本概念	对象的定义、类的定义、类的属性
图片文件	bmp 文件	位图、灰度图像、索引图像、真彩色图像、bmp 文件格式

2. 相关提示（bmp相关知识）

bmp 文件也称位图文件，实际上取自 bit map 的缩写。

(1) 位图的种类

- ① 线画稿：只有黑白两种颜色，所以像素用 0,1 表示。
- ② 灰度图像：其中，像素灰度用 8 位表示，像素灰度级用 8 位表示，所以每个像素都是介于黑色和白色之间的 256 种灰度中的一种。
- ③ 索引图像：在真彩色出现之前，由于技术上的原因，计算机在处理时并没有达到每个像素 24 位的真彩色水平，为此人们创造了索引颜色。索引颜色通常也称映射颜色，在这种模式下，颜色都是预先定义的，并且可供选用的一组颜色很有限。索引颜色的图像最多只能显示 256 种颜色。如果一幅索引颜色图像在图像文件里定义，当打开该文件时，构成该图像具体颜色的索引值就被读入程序，然后根据索引值，找到最终的颜色。

④ 真彩色图像：其中，每一个像素由红、绿、蓝 3 字节组成，每字节为 8 位，表示 0~255 之间的不同亮度值，这 3 字节组合可以产生 1670 万种不同的颜色。

(2) bmp 位图结构

```
// bmp 位图结构
//该结构的长度是固定的，为 14 字节（WORD 为无符号 16 位整数，DWORD 为无符号 32 位整数）
```

```
typedef struct tagBITMAPFILEHEADER {
    WORD    bfType;
    DWORD   bfSize;
    WORD    bfReserved1;
    WORD    bfReserved2;
    DWORD   bfOffBits;
} BITMAPFILEHEADER, *PBITMAPFILEHEADER;
```

其中：

① **bfType**：指定文件类型，必须是 0x424D，即字符串"BM"，也就是说，所有".bmp"文件的前 2 字节都是"BM"。

② **bfSize**：指定文件大小，包括这 14 字节。

③ **bfReserved1**：为保留字，必须为 0，不予考虑。

④ **bfReserved2**：为保留字，必须为 0，不予考虑。

⑤ **bfOffBits**：从文件头到实际位图数据的偏移字节数，即图中前三部分长度之和。

(3) bmp 位图信息头

```
// bmp 位图信息头结构
//该结构的长度是固定的，为 40 字节（WORD 为无符号 16 位整数，DWORD 为无符号 32 位整数，LONG 为 32 位整数）。
typedef struct tagBITMAPINFOHEADER{
    DWORD   biSize;
    LONG    biWidth;
    LONG    biHeight;
    WORD    biPlanes;
    WORD    biBitCount;
    DWORD   biCompression;
    DWORD   biSizeImage;
    LONG    biXPelsPerMeter;
    LONG    biYPelsPerMeter;
    DWORD   biClrUsed;
    DWORD   biClrImportant;
} BITMAPINFOHEADER, *PBITMAPINFOHEADER;
```

其中：

- **biSize**：指定这个结构的长度，为 40 字节。
- **biWidth**：指定图像的宽度，单位是像素。
- **biHeight**：指定图像的高度，单位是像素。
- **biPlanes**：必须是 1，不予考虑。
- **biBitCount**：指定表示颜色的位数，常用值为 1（黑白二色图）、4（16 色图）、8（256 色）、24（真彩色图）。
- **biCompression**：指定位图是否压缩，有效值为 BL_RGB，BI_RLE8，BL_RLE4 等，本例只讨论第一种，即不压缩的情况。

- **biSizeImage**：指定实际的位图数据所占用的字节数，由以下公式计算：

$$\text{biSizeImage} = \text{biWidth}' * \text{biHeight}$$
 要注意，上述公式中的 **biWidth'** 必须是 4 的整数倍（不是 **biWidth**），表示大于或等于 **biWidth** 的离 4 最近的整倍数。例如，如果 **biWidth**=240，则 **biWidth'**=240；如果 **biWidth**=241，则 **biWidth'**=244。如果 **biCompression** 为 **BL_RGB**，则该项可以为 0。
- **biXPelsPerMeter**：指定目标设备的水平分辨率，单位是像素/米。
- **biYPelsPerMeter**：指定目标设备的垂直分辨率，单位是像素/米。
- **biClrUsed**：指定本图像实际用到的颜色数，如果该项为 0，则用到的颜色数为 2 的 **biBitCount** 次幂。
- **biClrImportant**：指定本图像中重要的颜色数，如果该值为 0，则认为所有的颜色都是重要的。

(4) 颜色信息表（24 位图中没有该表，如果截取 24 位图不必考虑这部分）

真彩色位图不需要调色板，真彩色位图中 **BITMAPINFOHEADER** 后面直接就是位图数据。

调色板实际是一个数组，共有 **biClrUsed** 个元素（如果该值为 0，则有 2 的 **biBitCount** 次幂个元素）。数组中每一个元素的类型是一个 **RGBQUAD** 结构，占 4 字节，其定义如下：

```
//调色板结构
typedef struct tagRGBQUAD {
    BYTE    rgbBlue;
    BYTE    rgbGreen;
    BYTE    rgbRed;
    BYTE    rgbReserved;
} RGBQUAD;
```

其中：

- **rgbBlue**：该颜色的蓝色分量。
- **rgbGreen**：该颜色的绿色分量。
- **rgbRed**：该颜色的红色分量。
- **rgbReserved**：保留值，必须为 0，不予考虑。

(5) 位图数据

位图数据记录位图的每一个像素值，记录顺序是在扫描行内从左到右，扫描行之间从下到上。位图的一个像素值所占的字节数：

- 当 **biBitCount**=1 时，8 个像素占 1 字节。
- 当 **biBitCount**=4 时，2 个像素占 1 字节。
- 当 **biBitCount**=8 时，1 个像素占 1 字节。
- 当 **biBitCount**=24 时，1 个像素占 3 字节。

(6) 扫描算法

Windows 规定，一个扫描行所占的字节数必须是 4 的倍数（即以 **long** 为单位），不足的以 0 填充，一个扫描行所占的字节数计算方法如下：

```
//一个扫描行所占的字节数  
DataSizePerLine= (biWidth* biBitCount+31) /8;  
//字节数必须是 4 的倍数  
DataSizePerLine= DataSizePerLine/4*4;  
//位图数据的大小(不压缩情况下)  
DataSize= DataSizePerLine* biHeight;
```

3. 效果图（如图 3-51 至图 3-53 所示）

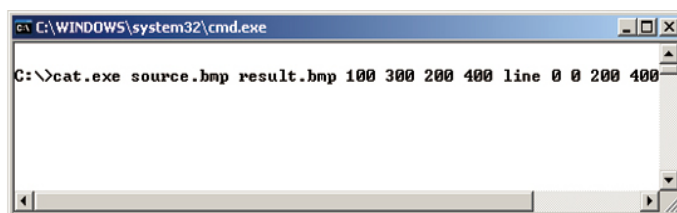


图 3-51 命令行运行



图 3-52 未截图的旧图片

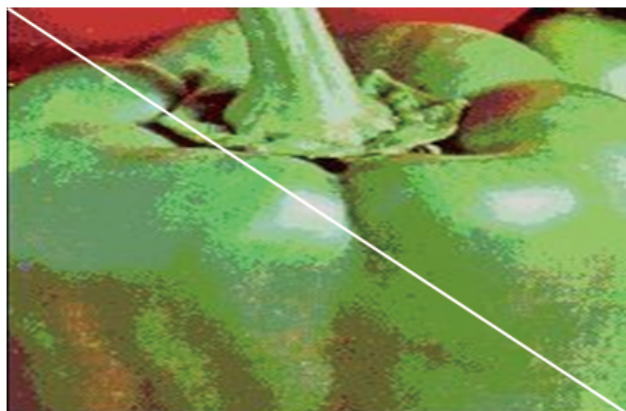


图 3-53 截得的新图片

四、进度安排（见表 3-18）

表 3-18 图像处理程序项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	了解 bmp 文件知识	掌握 bmp 文件存储格式
	1 天	使用 C++ 读取 bmp 文件内容	了解 bmp 位图、信息头结构体，通过块语句分别读取
	1 天	了解 bmp 颜色信息表和位图数据	通过读取 bmp 图片的内容，分析数据
	2 天	使用面向对象思想进行设计，实现截取图片功能	绘制类图，完成截取图片函数，并测试成功
第二周	3 天	实现绘制直线、圆等功能	完成绘制图形函数，并测试成功
	1 天	学习软件测试，编写测试用例	进行软件测试，完成测试，修改 bug
	1 天	验机、编写实验报告	完成所有任务需求，提交实验报告

第4章

专题训练

本章导读

- ✎ Java 开发专题
- ✎ C++开发专题
- ✎ 网络技术专题
- ✎ 数据库技术专题
- ✎ 汇编语言专题
- ✎ 操作系统专题
- ✎ 嵌入式专题

4.1 Java 开发专题

4.1.1 拼图游戏

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	3~4 周
预备知识	Java 语言基础、Swing 组件、Java 事件处理

一、实训目的

通过本实训，使学生初步具备面向对象的编程能力，掌握 Java 的相关知识，具备设计、开发 Java 小型软件的能力。

- (1) 掌握 Java 的基本语法。
- (2) 掌握 Java 语言特性。
- (3) 掌握 Swing 组件的使用及事件触发机制与异常处理机制。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

(1) 游戏菜单

菜单栏中包括“游戏”和“帮助”两个一级菜单项。“游戏”菜单项中包含“游戏难度”、“开始游戏”、“退出”三个二级菜单项。“游戏难度”菜单项中包含“初级”、“中级”、“高级”三个三级菜单项。“帮助”菜单项中包含“使用帮助”和“关于游戏”两个二级菜单项。

(2) 游戏难度

玩家可以选择游戏难度，包括初级、中级和高级。初级难度的拼图块数为 9，中级难度块数为 16，高级难度块数为 25。

(3) 开始游戏

玩家单击菜单中的“开始”游戏按钮，出现拼图操作界面。如果用户没有选择游戏难度，游戏默认难度为初级；否则按照玩家选择的难度出现拼图操作界面。游戏过程中可以统计玩家的拼图步数。

(4) 结束游戏

当玩家拼出正确图片时，游戏显示拼图成功提示。玩家可再次选择游戏难度，重新开始游戏。

(5) 退出游戏

玩家单击菜单中的“退出”按钮，游戏结束并退出游戏。

(6) 帮助

玩家单击菜单中的“使用帮助”菜单项，可查阅游戏帮助信息；单击“关于游戏”菜单项，可查看游戏版本及游戏作者相关信息。

(7) 拼图过程

玩家单击要移动的图片，图片进入被激活状态。玩家再单击空白区域，被激活的图片块移动到被单击的空白区域。图片原来位置变为新的空白区域。玩家每次只能移动一个图片。

(8) 附加功能

发挥你的想象力为这个游戏添加一些其他功能。

2. 设计要求

(1) 明确需求，使用 OOA 方法（面向对象的分析）对项目需求进行分析。使用 OOD 方法（面向对象的设计）对项目进行设计。使用 OOP 方法（面向对象的实现）对项目进行编码实现。必须绘制类图，整个程序不能只有一个 Java 类。可选择绘制交互图、状态图、活动图。

(2) 玩家操作界面要简洁，游戏界面要美观。

(3) 游戏附件功能不宜太多，注意项目的完成期限，掌握好项目进度。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

开发环境：JDK 1.5 或以上版本。

开发工具：MyEclipse。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、学习或复习面向对象基本知识，学习或复习 Java 相关知识（可根据相关知识点学习）。

B、认真阅读项目需求及设计要求，做好需求分析，不要遗漏功能；做好软件的设计，必须应用面向对象思想进行设计。

C、编写软件测试用例。在编写代码过程中进行软件测试。

D、根据类图编写 Java 类的框架。

E、设计游戏界面，并编写相应的 Java 代码。

F、编写 Java 代码，实现游戏功能。

G、再次编写软件测试用例，全面测试软件功能。

(2) 相关知识点（见表 4-1）

表 4-1 拼图游戏项目开发相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
Java 基础知识	Java 环境	Java 运行环境、Java 开发环境、Java 环境配置、JDK 目录含义、bin 目录下命令的作用
	Java 变量、运算	Unicode 编码、变量类型、算术运算、位运算、类型转换
	Java 逻辑控制	循环、分支、switch 语句、断言
	数组、字符串	数组定义、字符串对象、字符串常量、字符串相关操作、可变长字符串
	类	类的定义、this、super、finalize 方法、构造函数
Java GUI 编程	Swing 组件	Swing 组件类图关系、Swing 的控件
	事件处理	Java 事件处理机制、事件类、事件监听器、事件处理过程

2. 相关提示

(1) 拼图图片

制作拼图游戏之前要先把一张图片等分成若干份。可以使用 Photoshop 的“切片”工具对图片进行分割处理，或编写一个小的软件进行图片分割处理（参见“面向对象程序开发”中的“图像处理程序”项目）。

(2) 搭建游戏界面（以初级为例）

A、学习 Swing 组件的继承关系。

B、编写简单的窗体界面，学习常用控件类，学习使用窗体布局类。

C、搭建拼图游戏界面的逻辑过程：

```
//搭建游戏界面逻辑过程
```

```
1. 创建拼图界面类
```

```
2. 创建窗体，定义窗体大小，设置窗体不能调节大小
```

```
    JFrame.setDefaultCloseOperation() //设置窗体不能调节的函数
```

```
3. 创建菜单栏，创建菜单、设置菜单项、添加菜单到菜单栏
```

```
    setJMenuBar(JMenuBar object) //使用 JFrame 的 setJMenuBar 添加菜单栏
```

```
4. 创建容器（Container）
```

```
    getContentPane() //使用 JFrame 的 getContentPane 方法返回容器对象
```

```
5. 创建面板(JPanel)，并设置控件布局
```

```
    setLayout(new java.awt.GridLayout(3,3)) //使用 JPanel 的 setLayout 方法
```

```
6. 创建按钮，设置按钮图片，在面板中添加按钮
```

```
    setIcon(new ImageIcon("图片.gif")) //使用 JButton 的 setIcon 设置按钮图片
```

(3) 图片移动算法

A、学习 Java 事件处理机制，理解事件处理过程，理解事件监听器。

B、图片移动逻辑过程：

```
//图片移动逻辑过程
```

```
if 按钮被单击 then
```

```
    记录该按钮的坐标
```

```
    if 该单击按钮紧挨空白按钮 then
```

```
        if 该按钮有图片存在 then
```

```
            将被单击按钮的图片添加到空白按钮上
```

```
            被单击按钮图片删除
```

```
        end if
```

```
    end if
```

```
end if
```

3. 规范

参照 checkstyle 的编码规范 <http://checkstyle.sourceforge.net/>。

4. 参考资料

(1) (美) 埃克尔. Java 编程思想（第 4 版）（第 3 章 操作符；第 4 章 控制执行流程；第 7 章 复用类）。北京：机械工业出版社，2007。

(2)(美)霍顿(Horton I.). Java 2 入门经典 JDK 5 (第5章 类的定义; 第17章 创建窗口; 第18章 事件处理). 北京: 机械工业出版社, 2006.

5. 效果图 (如图 4-1 至图 4-2 所示)



图 4-1 游戏界面



图 4-2 游戏成功界面

四、进度安排（见表 4-2）

表 4-2 拼图游戏项目开发进度表

时 间	进 度		目 标
第一周	2 天	使用面向对象思想进行分析与设计	完成类图及类关系图
	3 天	搭建游戏界面	完成游戏界面搭建，设置“游戏”和“帮助”一级菜单、“游戏难度”、“开始游戏”、“退出”、“初级”、“中级”、“高级”、“使用帮助”和“关于游戏”二级菜单，选择级别后，显示相应级别游戏界面
第二周	3 天	游戏功能实现	实现图片移动功能，统计步数功能，帮助功能等，保证程序运行流畅
	1 天	测试程序	使用黑盒测试方法对程序进行测试，修改出现的 bug
	1 天	验机、编写实验报告	完成所有任务需求，提交实验报告

4.1.2 赛车比赛冠军竞猜游戏

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	Java 语言基础、Swing 组件、Java 事件处理、Java 线程、Java 绘图

一、实训目的

通过本实训，使学生初步具备面向对象的编程能力，掌握 Java 的相关知识，具备设计、开发 Java 小型软件的能力。

- (1) 进一步掌握 Java 的基本语法、Java 语言特性和 Swing 组件。
- (2) 掌握 Java 线程。
- (3) 掌握 Java 基本绘图方法。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

玩家通过赛车比赛对冠军竞猜。玩家默认竞猜积分为 1000 分，在竞猜之前玩家要选择竞猜的赛车，并且设置本次竞猜投入积分数额，数额不能大于玩家持有积分。如果玩家竞猜成功，将获得投入积分的双倍积分；如果竞猜失败将失去投入积分。当玩家积分为 0 或为负时，游戏自动结束。

(1) 游戏菜单

菜单栏中包括“游戏”和“帮助”两个一级菜单项；“游戏”菜单项包含“重新开始”、“积分榜”、“退出”三个二级菜单项；“帮助”菜单项包含“使用帮助”和“关于

游戏”两个二级菜单项。每个菜单需添加快捷键。

(2) 竞猜分数

玩家第一次竞猜时，要输入玩家姓名。每次竞猜时要输入本次竞猜投入的分数额，然后单击“开始”按钮比赛开始。比赛结束后，如果竞猜成功，则玩家获得双倍投入积分数额；如果竞猜失败，则扣除投入积分数额。如果玩家投入的积分大于现有积分，系统将提示玩家，系统显示“您的积分不足本次投入”。

(3) 竞猜对象

每一轮竞猜前，玩家要从 5 辆赛车中选择一个冠军，作为猜想结果。游戏结束后，如果猜想结果和真实结果一致，则玩家竞猜成功，否则失败。一次比赛结束后，游戏中显示比赛结果、玩家的竞猜结果及赢得的积分。

(4) 积分榜

积分榜只记录前三名玩家的姓名和积分情况。当游戏结束后，系统记录当前玩家的积分。如果玩家积分大于历史前三名玩家的积分，则记录在积分榜里。

(5) 退出游戏

玩家单击菜单中的“退出”按钮，游戏结束并退出游戏。

(6) 帮助

玩家单击菜单中的“使用帮助”菜单项，可查阅游戏帮助信息；单击“关于游戏”菜单项，可查看游戏版本及游戏作者相关信息。

(7) 附加功能

发挥你的想象力为该游戏添加一些新功能。

2. 设计要求

(1) 明确需求，使用 OOA 方法（面向对象的分析）对项目需求进行分析。使用 OOD 方法（面向对象的设计）对项目进行设计。使用 OOP 方法（面向对象的实现）对项目进行编码实现。必须绘制类图，整个程序不能只有一个 Java 类。可选择绘制交互图、状态图、活动图。

(2) 积分榜信息储存在.db 文件中。

(3) 随机数产生每次要不同。

(4) 玩家操作界面要简洁，游戏界面要美观。

(5) 游戏附件功能不宜太多，注意项目的完成期限，掌握好项目的进度。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

开发环境：JDK1.5 或以上版本。

开发工具：MyEclipse。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、学习或复习面向对象基本知识，学习或复习 Java 相关知识（可根据相关知识点

学习)。

B、认真阅读项目需求及设计要求，做好需求分析，不要遗漏功能；做好软件的设计，必须应用面向对象思想进行设计。

C、编写软件测试用例。在编写代码过程中进行软件测试。

D、根据类图编写 Java 类的框架。

E、设计游戏界面，并编写相应的 Java 代码。

F、编写 Java 代码，实现游戏功能。

G、再次编写软件测试用例，全面测试软件功能。

(2) 相关知识点（见表 4-3）

表 4-3 赛车比赛冠军竞猜游戏项目开发相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
Java 基础知识	异常	异常、Java 异常处理、异常对象、自定义异常
	IO 操作	输入流、输出流、标准流、写文件、读文件、对象序列化
	集合框架	迭代器、Java 集合类、Java 向量、Java 映射
	线程	创建线程、停止线程、线程调度、同步处理、死锁、线程间通信
	Java 绘图	在组件上绘图、几何图形绘制
Java GUI 编程	Swing 控件	JFrame、JPanel、JButton、JRadioButton、ButtonGroup、JLabel、JMenu、JMenuBar、JMenuItem
	布局管理器	容器、各种布局管理器
	事件处理	Java 事件处理机制、事件处理过程

2. 相关提示

(1) 游戏界面

A、学习 Swing 组件。

B、设置面板背景，学习 Java 绘图，重点学习 Graphics 抽象类、drawImage 方法、paintComponent 方法。提示如下：

```
//设置面板背景图片
jPanel = new javax.swing.JPanel() {
    public void paintComponent(Graphics g)    //重写父类 paintComponent 方法
    {
        super.paintComponent(g);            //调用父类 paintComponent 方法
        ImageIcon img = new ImageIcon("D:\\images\\road.gif");
        g.drawImage(img.getImage(), 0, 0, null);
    }
};
```

C、如何实现只能选择一个单选按钮。首先需要学习 ButtonGroup 类，了解 ButtonGroup

和 JRadioButton 的关系。提示如下：

```
//设置单选按钮
jRadioButton1 = new javax.swing.JRadioButton(); //创建 JRadioButton 对象
jRadioButton2 = new javax.swing.JRadioButton();
jRadioButton3 = new javax.swing.JRadioButton();
buttonGroup1 = new javax.swing.ButtonGroup(); //创建 ButtonGroup 对象
buttonGroup1.add(jRadioButton1); //将 jRadioButton1 添加到 buttonGroup1 实现
//三个单选按钮只能选择唯一

buttonGroup1.add(jRadioButton1);
buttonGroup1.add(jRadioButton1);
```

(2) 赛车移动

A、学习 Java 线程，编写一些简单的线程小程序。

B、学习使用 Java 产生随机数。

C、赛车移动提示：

```
//赛车移动提示
class CarThread extend Thread
{
    JPanel jp;
    public void setJPanel(JPanel jp) //得到要移动的面板对象
    {
        .....
    }
    public void run() //实现 run 方法
    {
        Try {
            While(true) //下面是核心代码提示，按照表述编写代码
            {
                创建 Random 对象设置随机数
                在面板上绘制赛车
                赛车纵坐标减小固定值
                线程睡眠时间随机
                if 赛车纵坐标到达或超过终点线纵坐标 then
                    线程结束
                end if
            }
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace(e);
        }
        .....
    }
}
```

3. 效果图（如图 4-3 至图 4-7 所示）



图 4-3 游戏启动



图 4-4 准备竞猜



图 4-5 游戏开始画面



图 4-6 竞猜成功



图 4-7 积分榜

4. 参考规范

参照 checkstyle 的编码规范 <http://checkstyle.sourceforge.net/> 。

5. 参考资料

- (1) (美) 埃克尔. Java 编程思想 (第 4 版) (第 12 章 通过异常处理错误). 北京: 机械工业出版社, 2007.
- (2) (美) 霍顿 (Horton I.). Java 2 入门经典 JDK 5 (第 9 章 访问文件和目录; 第 10 章 写文件; 第 11 章 读文件; 第 16 章 线程). 北京: 机械工业出版社, 2006.

四、进度安排 (见表 4-4)

表 4-4 赛车比赛冠军竞猜游戏项目开发进度表

时 间	进 度		目 标
第一周	1 天	使用面向对象思想进行分析与设计	完成系统的类图的设计及类关系图的设计
	3 天	搭建游戏界面	完成游戏界面搭建, 设计“重新开始”、“积分榜”、“帮助”等菜单的设计, 在游戏界面相应位置绘制赛道和赛车
	1 天	学习线程相关知识	掌握 Java 线程实现原理, 编写简单的线程程序
第二周	3 天	游戏功能实现	实现赛车移动, 实现竞猜积分功能, 实现菜单功能, 实现积分榜功能等
	1 天	测试程序	使用黑盒测试方法对程序进行测试, 修改出现的 bug
	1 天	验机、编写实验报告	完成所有任务需求, 提交实验报告

4.1.3 即时通信软件

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	3~4 周
预备知识	Java 语言基础、Swing 组件、Java 事件处理、Java 线程、Java 网络编程

一、实训目的

通过本实训, 使学生初步具备面向对象的编程能力, 掌握 Java 的相关知识, 具备设计、开发 Java 小型软件的能力。

- (1) 深入掌握 Java 的基本语法、Java 语言特性、Swing 组件的使用及事件触发机制与异常处理机制。
- (2) 掌握 Java 线程实现技术及原理。

(3) 熟悉 Java 网络编程。掌握 socket 技术、Java 对象序列化技术等。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

用户使用本软件支持多人在线聊天，可以从用户列表中选择一个用户聊天。聊天内容显示在空白面板上。为了保护聊天者的隐私，用户不能看到其他用户之间聊天的内容。

(1) 注册与登录

如果用户是第一次使用本软件，需要在使用聊天功能前注册个人信息，个人信息包括用户名、密码、个人爱好等。注册完毕的用户，在使用本软件前要进行登录操作，如果登录成功，则进入聊天功能页面；否则系统将提示输入信息错误，用户需要重新输入。用户不能重复登录。

(2) 在线用户列表

列表中显示当前使用本软件并在线的用户名，双击一个用户名，可以查看该用户的个人信息，个人信息不包含密码。

(3) 聊天功能

用户在下拉框中选择聊天对象后，在文本框中输入聊天信息，单击“发送”按钮。聊天信息同时显示在用户和聊天对象的聊天信息显示区域内。

聊天信息显示区域只显示本用户接收和发送的聊天信息记录，不显示其他用户之间的聊天信息。

(4) 菜单

菜单包括“系统”和“帮助”两个菜单项。

A、“系统”菜单包括“注册”和“退出”两个菜单项。

B、“帮助”菜单包括“使用帮助”和“关于软件”两个菜单项。

(5) 附加功能

发挥你的想象力为该软件添加一些新功能，如远程服务器管理功能。

2. 设计要求

(1) 明确需求，使用 OOA 方法（面向对象的分析）对项目需求进行分析。使用 OOD 方法（面向对象的设计）对项目进行设计。使用 OOP 方法（面向对象的实现）对项目进行编码实现。必须绘制类图，整个程序不能只有一个 Java 类。可选择绘制交互图、状态图、活动图。

(2) 软件必须支持服务器端。

(3) 软件必须支持多人在线（大于 2 人）。

(4) 操作界面要简洁、美观。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

开发环境：JDK1.5 或以上版本。

开发工具：MyEclipse。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、学习或复习面向对象基本知识，学习或复习 Java 相关知识（可根据相关知识点学习）。

B、认真阅读项目需求及设计要求，做好需求分析，不要遗漏功能；做好软件的设计，必须应用面向对象思想进行设计。

C、编写软件测试用例。在编写代码过程中进行软件测试。

D、根据类图编写 Java 类的框架。

E、设计软件界面。

F、实现服务器端功能。

G、实现客户端功能。

H、编写软件测试用例，全面测试软件功能。

(2) 相关知识点（见表 4-5）

表 4-5 即时通信软件开发项目相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
Java 基础知识	数组、字符串	数组定义、字符串对象、字符串常量、字符串相关操作、可变长字符串
	类	类的定义、类的扩展、类的继承、构造函数、方法重载、包、控制对象成员访问
	异常	异常、Java 异常处理、自定义异常
	IO 操作	输入流、输出流、标准流、写文件、读文件
	反射	Java 反射机制
	垃圾回收	Java 垃圾回收机制
	泛型	泛型定义
	For-Each 循环	For-Each 结构
	自动装包/拆包	自动装包、自动拆包
	枚举	枚举定义、对象枚举
	可变参数	可变参数优点、代替可变参数可用方法
	静态导入	静态成员导入、静态方法导入
Java 网络编程	协议	TCP、UDP、端口
	相关概念	套接字、URL、服务器端、客户端、对象序列化
	相关 API	socket、ServerSocket、Datagram、InetAddress、URL、URLConnection

2. 相关提示

(1) 系统设计

A、首先理解客户端和服务端的概念，对 TCP 协议有一定的了解。

B、系统分为两大部分：客户端程序和服务器端程序。采用 TCP 协议，通过 socket 服务器与客户端之间通信，如图 4-8 所示。

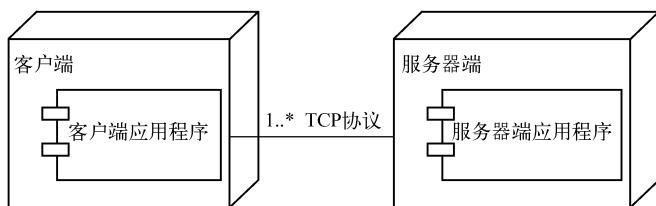


图 4-8 系统设计

(2) 服务器端实现

A、用户注册信息保存在文本文件中。当用户登录成功后，服务器端程序将设置用户在线状态，将该用户设置在用户列表中。

```

//在线用户列表，储存在线用户名
Vector<String> UserListInfo = new Vector<String>();
//储存所有在线用户状态信息
Vector<Vector<String>> AllUserOnlineInfo = new Vectot <Vector<String>>> ();
//储存一个在线用户状态信息
Vector<String> PersonOnlineInfo = new Vectot<String>();
//添加用户 ID
PersonOnlineInfo.addElement(strID);
//添加用户名
PersonOnlineInfo.addElement(strName);
//设置聊天对象 ID
PersonOnlineInfo.addElement(objectID);
//设置是否更新在线用户列表
PersonOnlineInfo.addElement(YES);
//设置用户聊天状态（CHATSTART 开始聊天、CHATING 正在聊天）
PersonOnlineInfo.addElement(CHATSTART);
//设置用户和聊天对象的聊天内容
PersonOnlineInfo.addElement(NONCONTENT);
//将初始化好的用户状态信息添加到在线用户状态列表中
AllUserOnlineInfo. addElement(PersonOnlineInfo);

```

B、学习并理解 socket 概念，编写使用 socket 获得客户端请求的小程序。

C、服务器监听端口实现如下：

```

//服务器监听端口
try {
    socket = new ServerSocket(PORT); //PORT 是监听的端口
}
catch (Exception e) {
    e. printStackTrace();
}

```

D、实现服务器监听线程。当用户登录到服务器后，服务器将为该用户创建一个会话线程。

```

//服务器监听线程
public class ServerListener implements Runnable{
    ServerSocket socket;    //服务器监听端口
    ClientSession client;    //客户端会话线程
    ServerListener(ServerSocket socket) {
        this.Socket = socket;
    }
    public void run () {
        if (socket == null) {
            System.out.println("socket failed!");
            return;
        }
        while (true) {
            try {
                Socket clientSocket = socket.accept();    //获得客户请求
                //用获得的 socket 创建输入/输出流
                PrintStream os = new PrintStream(new
                BufferedOutputStream(clientSocket.getOutputStream(),
                1024), false);
                BufferedReader is = new BufferedReader(new
                InputStreamReader(clientSocket.getInputStream()));
                client = new ClientSession();    //创建用户会话线程
                client.is = is;
                client.os = os;
                cs.clientSock = clientSocket;
                cs.start();    //启动客户端会话线程
            } catch (Exception e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
}

```

E、实现用户会话线程。用户会话线程在用户登录后创建，当用户退出聊天系统后，用户会话线程结束。用户会话线程中主要处理用户聊天时对服务器的请求。

```

//用户会话线程
public class ClientSession extends Thread {
    BufferedReader is = null;    //输入流
    PrintStream os = null;    //输出流
    Socket client = null;    //用户请求的 Socket
    public void run () {
        UserRequest();    //用户请求处理
    }
    //线程结束方法
    public void destroy () {

```



```

        try {
            client.close();
            is.close();
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
    //用户请求处理
    private void UserRequest () {
        .....
    }

```

F、用户请求处理包括在线用户列表更新，新上线用户添加，用户之间通信，结束聊天等，这些请求处理都根据客户端发送的请求内容以及用户在线状态信息进行响应。当一个用户登录后，服务器设置和添加该用户的在线状态，将该用户添加到用户列表，将最新的在线用户列表发送到所有在线用户。

```

//设置用户在线状态（A 中已提示）
//将初始化好的用户状态信息添加到在线用户状态列表中（A 中已提示）
//将用户添加到用户在线列表并发送到客户端
private void parseRequest () {
    String strTalk, userList, userID;
    while (true) {
        try {
            while ((strTalk = new String(is.readLine())) != null) {
                if(strTalk.equals(CHATSTART)) { //是否有刚登录的用户
                    userID = new String(is.readLine());
                    //设置所有用户更新列表状态为 YES，设置该用户更新列表状态为 NO
                    for(int I = 0, UserListInfo.size(), i++) {
                        If((String)((Vector)( AllUserOnlineInfo.get(i)).get(0)).equals(userID)) {
                            AllUserOnlineInfo.get(i).setElementAt(NO,2);
                        }
                    }
                    else {
                        AllUserOnlineInfo.get(i).setElementAt(YES,2);
                    }
                }
                for (int i = 0; i < UserListInfo.size(); i++) {
                    userList += (String) UserListInfo.get(j);
                    userList += "\n";
                }
                os.println(userList);
                //将所有在线用户名列表发给新加入的客户
                os.flush();
            }
        }
    }
}

```

```

//将在线用户名列表发给其他用户
if(strTalk.equals(CHATING)) {
    .....
}
catch(Exception e) {
    e.printStackTrace();
}
.....}
}

```

3. 效果图（如图 4-9 至图 4-12 所示）

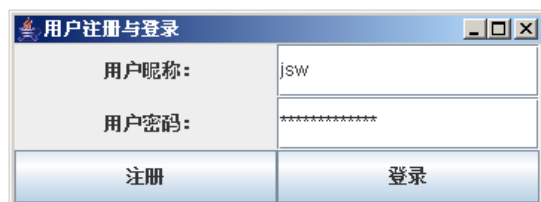


图 4-9 用户登录



图 4-10 用户注册

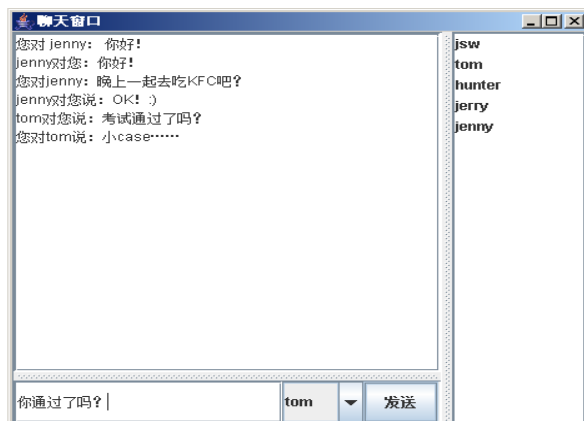


图 4-11 用户聊天

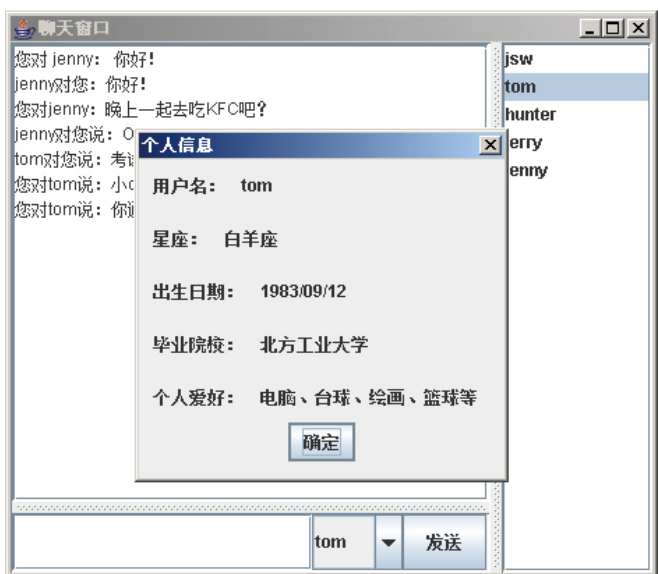


图 4-12 个人信息

4. 参考规范

参照 checkstyle 的编码规范 <http://checkstyle.sourceforge.net/> 。

5. 参考资料

- (1) (美) 霍斯特曼. Java 核心技术卷 II: 高级特性 (第 1 章 流与文件; 第 2 章 网络; 第 6 章 高级 Swing). 北京: 机械工业出版社, 2007。
- (2) (美) 卡尔弗特, (美) 多纳霍 著, 周恒民 译. Java TCP/IP Socket 编程 (原书第 2 版)》(第 2 章 基本套接字; 第 3 章 发送和接收数据). 北京: 机械工业出版社, 2009。

四、进度安排 (见表 4-6)

表 4-6 即时通信软件项目开发进度表

时 间	进 度		目 标
第一周	1 天	使用面向对象思想进行分析与设计	完成类图及类关系图的设计
	1 天	搭建客户端软件界面	完成客户端软件界面搭建, 设计用户注册与登录界面、聊天窗口界面
	3 天	实现服务器端用户管理功能代码	实现服务器端用户状态更新、添加新用户、检查用户登录、更新用户列表功能代码
第二周	2 天	实现服务器端聊天功能代码	完成服务器端用户聊天功能代码
	3 天	实现客户端登录功能、聊天功能	完成客户端登录、注册、更新用户列表、聊天功能
第三周	2 天	实现客户端用户管理功能代码	完成客户端显示用户信息, 退出功能代码
	2 天	测试服务器和客户端应用程序	编写测试用例, 运行服务器端及客户端程序, 测试软件, 修改 bug
	1 天	验机、编写实验报告	完成所有任务需求, 提交实验报告

4.1.4 飞行器手机游戏

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	6~7 周
预备知识	Java 语言基础、Java ME

一、实训目的（能力目标）

通过本实训，使学生了解 Java ME 的简单开发流程，具备简单 Java 手机游戏编程开发能力。

- (1) 掌握有关 Java ME 手机游戏编程的知识。
- (2) 了解和掌握 Java Wireless Toolkit 的用法。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

(1) 游戏概述

本软件要实现的是一个飞行器躲避子弹的游戏。飞行器在蓝色的海面上飞行，从屏幕的四面八方不断飞出子弹。玩家通过方向键控制飞行器在屏幕上移动，躲避子弹。如果躲避不及，飞行器碰到子弹，飞行器爆炸，游戏结束。游戏的同时，在屏幕上显示游戏计时。

(2) 飞行器游戏要实现的功能

A、游戏命令：启动游戏、退出游戏和重新启动游戏。

① 开始：用户打开游戏时，显示“开始”命令，此后“开始”命令被“重新开始”命令代替，选择此命令，进入游戏。

② 重新开始：在游戏进行中或游戏结束后，该命令可以重新开始游戏。

③ 退出：在游戏进行中或游戏结束后，该命令退出游戏。

B、游戏操作：实现飞行器的移动（上，下，左，右）、子弹随机地在屏幕上飞行和游戏计时。

C、游戏开始：飞行器出现在屏幕的正中央，同时从屏幕的四周随机地飞出子弹。

D、子弹运行轨迹：子弹飞行的方向和速度都是不同的，当子弹碰到屏幕的边缘时，会自动反弹，改变运行轨迹。

E、飞行器状态：飞行器向左或向右飞行时。飞行器的形状要能够改变。当飞行器碰到子弹时，显示爆炸效果，然后碰到飞行器的子弹和飞行器从屏幕上消失，其余的子弹继续在屏幕上飞行，同时在屏幕上出现提示信息，游戏结束。

F、游戏计时：游戏开始后，以秒为单位计时，直到飞行器爆炸时终止计时。通过计算游戏时间，在游戏终止时给出不同的评价，增强游戏的趣味性。

2. 设计要求

- (1) 明确需求，使用 OOA 方法（面向对象的分析）对项目需求进行分析。使用 OOD 方法（面向对象的设计）对项目进行设计。使用 OOP 方法（面向对象的实现）对项目进行编码实现。必须绘制类图，整个程序不能只有一个 Java 类。可选择绘制交互图、状态图、活动图。
- (2) 程序中必须使用 Singleton 设计模式。
- (3) 程序中精确检测飞行器与子弹的碰撞。
- (4) 飞行器爆炸必须支持动画效果。
- (5) 玩家操作界面要简洁，游戏界面要美观。
- (6) 性能需求：由于本游戏运行在手机上，而手机的资源相对比较匮乏，所以要求游戏的最终代码要简短，游戏运行要流畅，为了避免丢帧而出现画面的停顿或处理器速度过慢，应该在 15 ~18 帧。
- (7) 游戏附件功能不宜太多，注意项目的完成期限，掌握好项目的进度。

3. 开发环境

操作系统：Windows。
开发环境：JDK1.5 或更高版本。
调试、运行环境：Java Wireless Toolkit。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

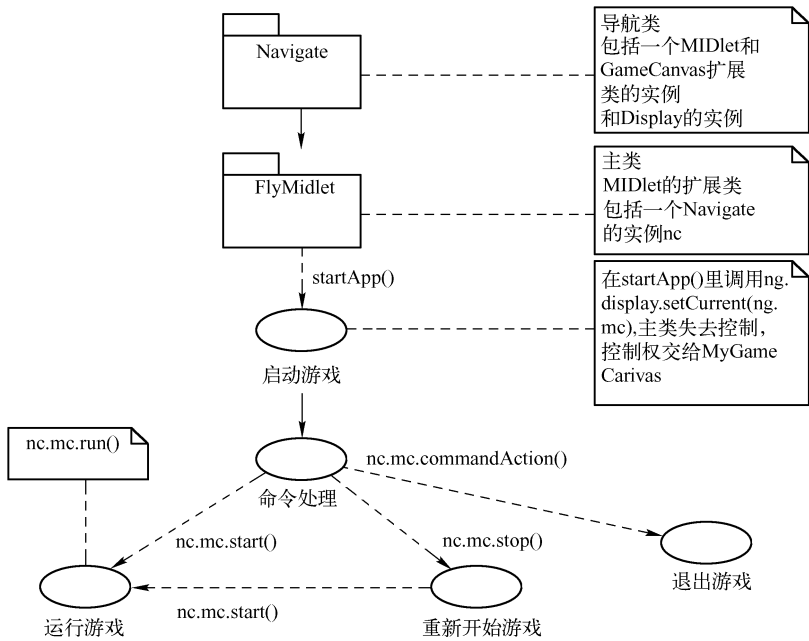
- A、学习或复习面向对象基本知识，学习或复习 Java 和 Java ME 相关知识（可根据相关知识点学习）。
 - B、认真阅读项目需求及设计要求，做好需求分析，不要遗漏功能；做好软件的设计，必须应用面向对象思想进行设计。
 - C、编写软件测试用例。在编写代码过程中进行软件测试。
 - D、根据类图编写 Java 类的框架。
 - E、实现飞行器操作、子弹飞行、碰撞等功能。
 - F、实现游戏计时、游戏控制等功能。
 - G、再次编写软件测试用例，全面测试软件功能。
- (2) 相关知识点（见表 4-7）

表 4-7 飞行器手机游戏项目开发相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
Java ME	Wireless Toolkit	安装、创建项目、编译项目、运行项目
	Java ME 基本知识	Java CORE、MIDlet、CLDC、Profile
	游戏编程基础	Layer 类、Sprite 类、GameCanvas 类、TiledLayer 类、图形绘制、检测对象冲突、Manager 类、Play 类

2. 相关提示

(1) 游戏总体设计，如图 4-13 所示。



(2) 项目中类图的设计，如图 4-14 所示。

(3) 系统顺序图，如图 4-15 所示。

(4) 核心类的说明：

A、FlyMidlet 类：MIDlet 是游戏的“主类”，是程序的入口类；FlyMidlet 是从 MIDlet 派生的类，包含一个 Navigate 类的成员并提供 startApp(), pauseApp()和 destroyApp()方法。

B、GameCanvas 是 J2ME 提供的基本的用户和游戏接口类，MyGameCanvas 是从 GameCanvas 继承的，此类为游戏提供了基本的“屏幕”功能，负责查询游戏键状态，同步图像输出等操作，是游戏的“引擎”。

C、Navigate 类：一个自定义的类，用来管理本游戏中所用到的主要对象实例。

D、GameObject 是由游戏中的飞行器、炸弹和爆炸等对象抽象出来的类，这个类中着重指出的是其 Sprite 成员变量，这是一个“精灵”类（Sprite）的实例。Sprite 类是一种 Layer，可以显示一帧或多帧连续图像，但是所有的帧都是相同大小，并且由一个 Image 对象提供。

E、Bullets 定义了子弹类，由于有很多子弹，而且所有的子弹要共享一个 Sprite 图像，所以 Bullets 继承了 GameObject 类，注意这里用到了重用 Sprite 的思想。

F、ImageTools 类的作用是通过指定图片的路径，加载一幅图片，并返回一个 Image 对象，此类在这个游戏中主要用来为 GameObject 对象的实例中的 Sprite 获取图片。

G、在游戏中要实现计时功能，因此要在屏幕上用数字输出游戏计时，为了使计时的数

字美观，设计了 Font，这个类的主要功能是把数字转换成图形输出。

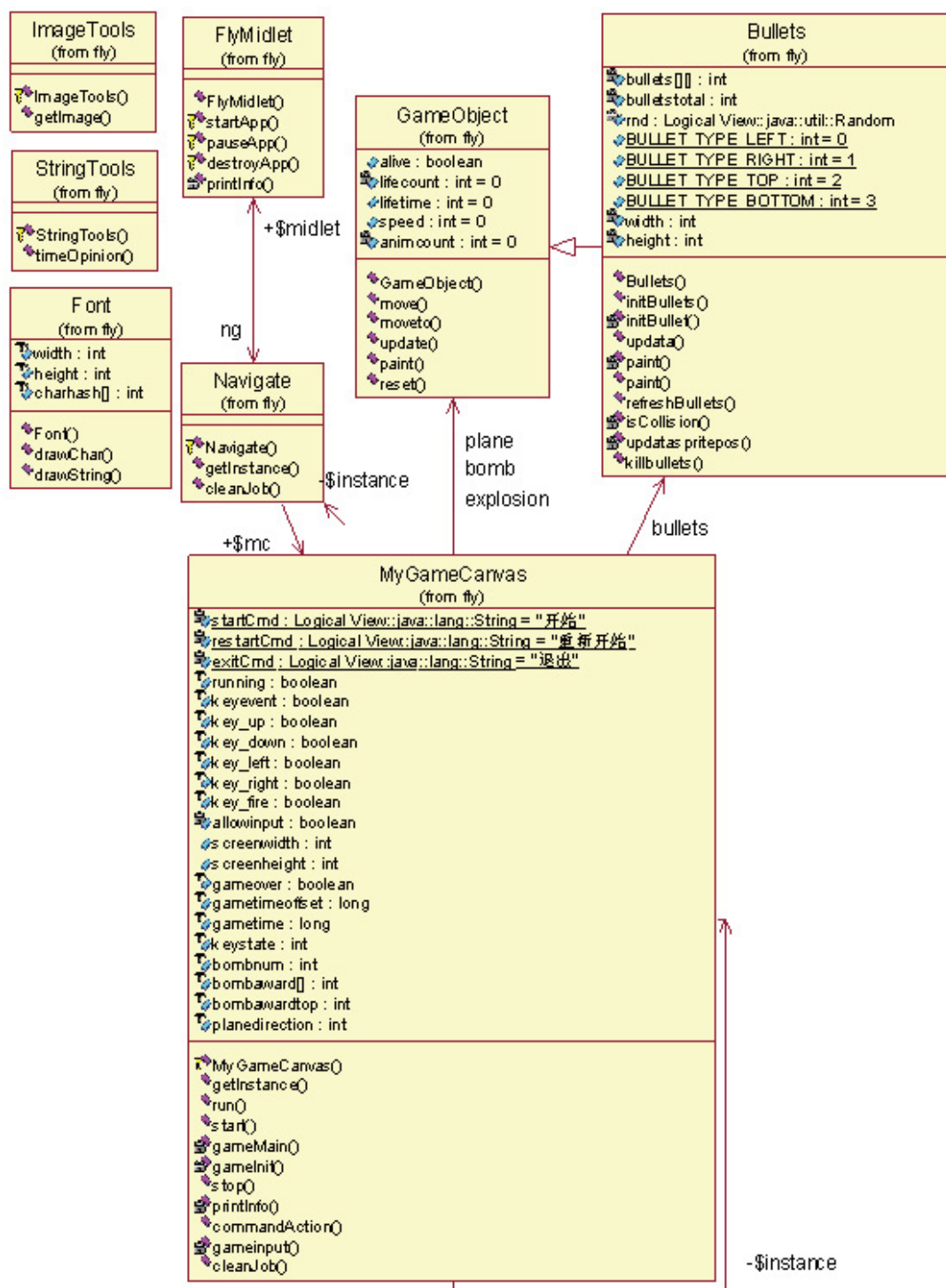


图 4-14 类及类之间的关系

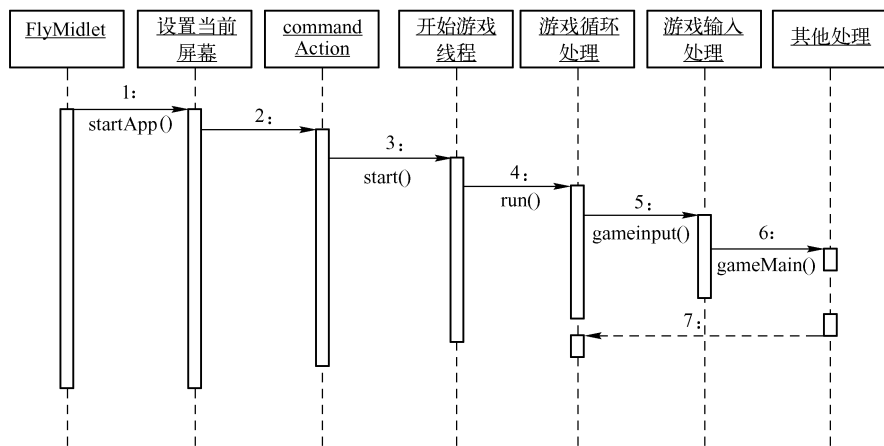


图 4-15 系统顺序图

H、根据游戏玩家用时的多少，游戏结束的时候会给出不同的评价。StringTools 类可以根据玩家的游戏计时输出不同的提示信息。

(5) 子弹运行轨迹算法实现

子弹信息是用一个二维数组记录的，bullets[i][0]表示子弹的类型，有上、下、左、右 4 种；bullets[i][1]表示子弹的 x 坐标；bullets[i][2]表示子弹的 y 坐标；bullets[i][3]表示子弹的 x 方向速度；bullets[i][4]表示子弹的 y 方向速度；bullets[i][5]表示子弹的存活状态；可以用一个 switch 语句来对这 4 个方位进行初始化。

子弹类型的计算由 rnd.nextInt()和 0x7ffffff 相“与”并对 4 取模获得，子弹的存活状态设为 1。

① 对于向左类型的子弹，横坐标为常量-5；纵坐标由 rnd.nextInt()和 0x7ffffff 相“与”并对 height 取模获得；横向速度由 rnd.nextInt()和 0x7ffffff 相“与”并对 3 取模，然后加 1 获得；纵向速度由 rnd.nextInt()对 3 取模获得。

② 对于向右类型的子弹，横坐标为 width + 5；纵坐标由 rnd.nextInt()和 0x7ffffff 相“与”并对 height 取模获得；横向速度由 rnd.nextInt()和 0x7ffffff 相“与”并对 3 取模，然后减 1 获得；纵向速度由 rnd.nextInt()对 3 取模获得。

③ 对于向上类型的子弹，横坐标由 rnd.nextInt()和 0x7ffffff 相“与”并对 width 取模获得；纵坐标为常量-5；横向速度由 rnd.nextInt()对 3 取模获得；纵向速度由 rnd.nextInt()和 0x7ffffff 相“与”并对 3 取模，然后加 1 获得。

④ 对于向下类型的子弹，横坐标由 rnd.nextInt()和 0x7ffffff 相“与”并对 width 取模获得；纵坐标为常量 height+5；横向速度由 rnd.nextInt()对 3 取模获得；纵向速度由 rnd.nextInt()和 0x7ffffff 相“与”并对 3 取模，然后减 1 获得。

3. 参考规范

遵循标准的 J2ME 的 MIDP V2.0 规范。

4. 参考资料

(1) (美) 韦尔斯 等著，陈宗斌 等译. Java ME 游戏编程 (原书第 2 版) (第二部分 建

立开发环境；第四部分 使用图形；第五部分 游戏定位）。北京：机械工业出版社，2009。

(2) <http://zh-cn.netbeans.org/>相关软件下载及帮助文档从此网站下载。

5. 效果图（如图 4-16 至图 4-17 所示）



图 4-16 游戏开始



图 4-17 游戏结束

四、进度安排（见表 4-8）

表 4-8 飞行器手机游戏项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第 一 周	熟悉开发环境，系统需求与设计	完成环境的搭建、熟悉编译环境的操作。完成需求分析，系统设计
第 二 周	屏幕上显示 Hello word	在 Java ME 平台上完成代码
第 三 周	显示游戏背景	完成游戏背景和实现命令退出代码
第 四 周	在屏幕上显示飞行器	完成飞行器显示代码
第 五 周	控制飞行器移动	完成飞行器响应按键移动代码，完成飞行器状态改变代码
第 六 周	子弹在屏幕上飞行	完成子弹类代码，使子弹可以在屏幕上飞行
第 七 周	子弹击中飞行器爆炸	完成子弹和飞行器在相距指定范围内出现爆炸效果的代码

4.2 C++开发专题

4.2.1 电子相册

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	4~5 周
预备知识	MFC, XML

一、实训目的（能力目标）

通过本实训，使学生了解电子相册系统的基本实现方法和业务流程，从而使学生掌握编写电子相册系统的相关技术。

- (1) 掌握 C++ 语言的基本知识。
- (2) 掌握 MFC (Microsoft Foundation Class library) 编程框架的相关知识及规范。
- (3) 掌握 XML (eXtensible Markup Language) 的语法格式及相关使用规范。
- (4) 掌握在 MFC 中对 XML 文件进行解析、遍历的方法。
- (5) 掌握 MFC 中各种控件的灵活使用方法。

二、实训内容及要求

使用 MFC 作为开发工具结合 XML 相关知识开发一个用于本地图片管理和浏览的电子相册系统。

1. 项目需求

本实训要求实现如下三大功能模块。

(1) 本地图片的添加与删除模块

A、添加功能是将本地的图片添加到电子相册中，以供对图片进行管理与浏览。添加过程中同时把图片的名字、创建时间、图片说明也作为图片的相关信息予以添加。

B、删除功能是将已经添加到电子相册中的图片从电子相册中删除。删除操作完毕应弹出提示框，提示是否把图片从本地计算机上删除。

(2) 图片浏览模块

A、浏览完成的主要功能包括，把已添加到电子相册中的图片按照分类在树形列表中显示。用户单击树形列表中已经添加进来的图片结点，在指定的图片显示区看到图片的预览图，并且同时可以看到本图片添加时的相关信息。

B、上一张和下一张翻页功能。用于显示下一张图片（如果当前图片是电子相册中的最后一张，则此功能菜单变灰）或显示上一张图片（如果当前图片是电子相册中的第一张图片，则此功能菜单变灰）。

C、图片的放大与缩小。能够把图片按照 20% 的比例进行三级放大与缩小。

(3) 图片分类管理模块

A、完成图片类别添加功能。能够在树形列表中添加新的自命名的父结点，完成对图片添加新的类别功能（如果添加的图片类别已经存在，则弹出对话框给予提示）。

B、完成图片类别删除功能。能够删除已有的类别。如果要删除的类别下面有图片子结点，则弹出提示对话框，提示将同时删除此类别下面的所有图片，并提示用户是否从本地计算机上删除此类别下的所有图片。

2. 设计要求

(1) 整个项目必须使用 VC++ 6.0 中的 MFC 开发框架进行开发。

(2) 此项目必须使用 XML 文件作为图片信息交换和存储媒介，不允许使用其他数据存储和交换方式，如数据库产品、配置文件等。

(3) 对 XML 文件结构的解析是本项目的一个重点和难点，需要完成的主要工作有：XML 文件的创建与保存。对 XML 文件中的结点元素进行查找、添加、删除、遍历等操作。对 XML 文件中结点信息的值进行读取、修改、删除等操作。由于开发者自己写 XML 文件解析器将浪费大量的时间，所以推荐一个比较好用的 XML 文件解析器，它的名字是 TinyXML，参考资料的网址中有它的下载链接和使用说明。

(4) 此项目必须包含上述项目需求中要求的功能，如果有时间和能力可以自行开发和添加其他功能。

(5) 项目编码必须符合编码规范的要求。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

开发工具：VC++ 6.0。

三、项目指导

1. 相关知识

(1) 开发流程

- A、安装配置 VC++ 6.0 开发环境。
- B、配置 TinyXML 文件解析器。
- C、需求分析，设计类图及功能模块。
- D、开发软件界面
- E、实现软件各个功能。
- F、运行及测试。

(2) 相关知识点（见表 4-9）

表 4-9 电子相册开发项目相关知识

基本知识和知识要素		知 识 点
MFC	任务相关知识	MFC 的定义、模态对话框、CEdit 类、CFileDialog 类、Tree Control 控件和 CTreeCtrl 类、Combo Box 控件和 CComboBox 类
TinyXML	TinyXML 任务相关知识	TinyXML 定义、DOM 模型、TiXmlBase 类、TiXmlAttribute 类、TiXmlComment 类、TiXmlDeclaration 类、TiXmlDocument 类、TiXmlElement 类、TiXmlText 类、TiXmlUnknown 类
XML	XML 任务相关知识	XML、XML 元素命名规则、DTD、SAX 解析器、DOM 解析器、XML Schema

2. 相关提示

(1) 设计电子相册软件的 XML 结构时，以下结构仅供参考。其中 ephotos 是根结点，myphotos 结点是对图片的分类结点，底下的 familyphotos 和 naturephotos 也是对图片的分类结点，其中包含有 photo 结点，它对应的就是图片结点，其下又有 name，directory，details，createtime 结点，这些结点存储了图片结点的相关信息，包括图片的名字、图片在本机器上的存储路径、图片的说明和图片的创建时间。实际应用中就用这个 XML 文件结构来对应项目中的树形列表结构，以此来形成它们之间的对应关系，完成对本地图片信息的存

储和提取，如下所示：

```
<ephotos>
  <myphotos>
    <photo>
      <name />
      <directory />
      <details />
      <createtime />
    </photo>
  </myphotos>
  <familyphotos />
  <naturephotos />
</ephotos>
```

(2) 配置 TinyXML。配置方法如下：按照下面参考资料中给出的网页地址把 TinyXML 开发包下载下来并解压，包括 tinyxmlparser.cpp, tinystr.cpp, tinyxml.cpp, tinystr.h。

(3) TinyXML 解析器使用参考代码。

```
//创建一个 XML 的文档对象。
TiXmlDocument *myDocument = new TiXmlDocument();
//创建一个根元素并连接。
TiXmlElement *RootElement = new TiXmlElement("Photo");
myDocument->LinkEndChild(RootElement);
//创建一个 Person 元素并连接。
TiXmlElement *PhotoElement = new TiXmlElement("Photo");
RootElement->LinkEndChild(PhotoElement);
//设置 Person 元素的属性。
PhotoElement->SetAttribute("ID", "1");
//创建 name 元素、age 元素并连接。
TiXmlElement *NameElement = new TiXmlElement("name");
TiXmlElement *DirecElement = new TiXmlElement("directory");
PhotoElement->LinkEndChild(NameElement);
PhotoElement->LinkEndChild(DirecElement);
//设置 name 元素和 age 元素的内容并连接。
TiXmlText *NameContent = new TiXmlText("book");
TiXmlText *DirecContent = new TiXmlText("F:\\photos\\9_5808.jpg ");
NameElement->LinkEndChild(NameContent);
DirecElement->LinkEndChild(DirecContent);
```

(4) XML 文件的数据交互主要分为以下 5 个方面：

① 当程序启动时，会自动读取相关 XML 文件，完成界面的初始化配置。其主要内容就是完成图片浏览列表的创建。这里主要用到 XML 文件结点遍历的操作。

② 当添加图片时，图片结点不仅被添加到树形列表中，而且还被同时添加到了 XML 文件中相应的结点上。删除操作与此类似。

③ 当添加图片类别时，图片结点不仅被添加到了树形列表中，而且也被同时添加到 XML 文件的相应结点上。删除操作多出的一个环节是，如果此类别下有相关图片结点，如果确定删除，则从 XML 文件中把此类别的相关图片结点全部删除。

④ 当在树形列表中单击某个图片结点时，程序从 XML 文件中查询得到此图片结点的相关信息。路径信息用来帮助完成图片在指定区域中的绘制，其信息作为图片的说明信息同时显示出来。

⑤ 上翻页、下翻页功能的实现。只需要遍历当前显示图片结点的下一个或上一个不为空的图片结点就可以得到。

3. 参考规范

- (1) 编程符合 ISO+IEC+14882-1998 C++规范。
- (2) 符合 W3C 的 XML 规范。

4. 参考资料

- (1) 侯俊杰. 深入浅出 MFC (第 3 章 MFC 六大关键技术之仿真; 第 4 章 Visual C++集成开发环境). 武汉: 华中科技大学出版社, 2001。
- (2) XML 中文指南. 电子版下载: <http://download.csdn.net>。
- (3) ISO+IEC+14882-1998 C++规范. 电子版下载: <http://www.docin.com>。
- (4) 前面介绍的下载链接中与 TinyXML 相关的资料。

5. 效果图 (如图 4-18 至图 4-22 所示)

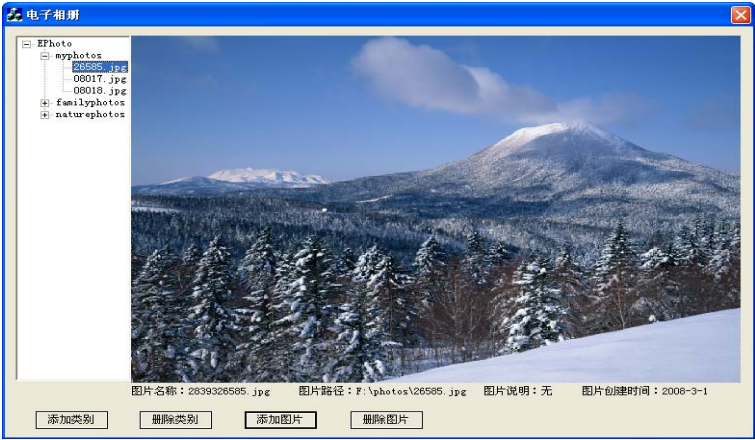


图 4-18 主程序界面

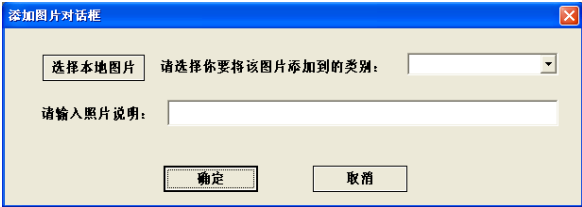


图 4-19 添加图片对话框

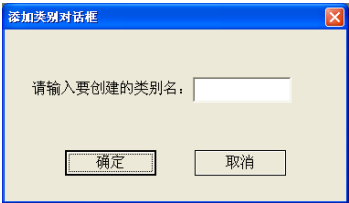


图 4-20 添加类别对话框



图 4-21 删除类别对话框

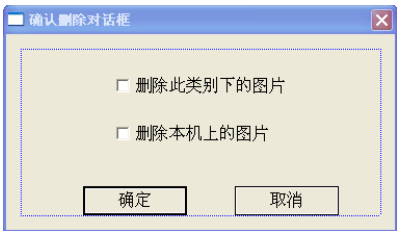


图 4-22 确认删除对话框

四、进度安排（见表 4-10）

表 4-10 电子相册项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第一周	熟悉 MFC 编程构架与 XML 基本知识	完成程序框架与界面设计
第二周	熟悉 TinyXML 开发包的使用	完成对 XML 文件各结点的插入、查询、遍历、删除等操作，并且把与本项目相关的 XML 操作封装成类的形式，方便以后调用
第三周	实现程序各个功能模块的编写工作	用之前封装好的类或方法，集中完成和 XML 文件有数据交互的相关功能模块的程序编写工作，并提交测试运行版本，此版本的基本功能已经实现
第四周	实现电子相册的全部制作	完成电子相册程序剩下的功能，如图片的放大、缩小等。图片信息栏的显示，最后提交程序和完成实训报告

4.2.2 图片分析程序

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	C++编程基础

一、实训目的

- 通过本实训，使学生巩固 C++语言的基础知识，掌握处理 bmp 图片的知识，能够利用 C/C++语言对 bmp 图片做一些处理，如截取、填充、判断像素等。
- （1）掌握 bmp 图片的文件格式，了解 bmp 图片是如何保存的。
 - （2）掌握如何对 bmp 图片进行查找、定位、判断像素值、修改像素值等操作。
 - （3）掌握 C/C++语言的基础知识，如数组的操作、循环、条件语句、文件操作、main 函数的参数、递归、类、继承、构造函数等。
 - （4）掌握如何按照编程规范编写程序和风格注释（doxygen）。

二、实训内容及要求

使用 C/C++语言判断给定的 bmp 图片中有几个封闭的区域，并将每个区域填充不同的

颜色，保存为另一张 `bmp` 图片。

1. 项目需求

本实验来源于生活中对玻璃碎裂程度的计算，即通过计算不同种类的玻璃在受到硬物撞击后碎裂成几块（即几个区域），来判断此种玻璃的碎裂程度。

本程序将实现对指定的 `bmp` 图片（第一个命令行参数）进行扫描并判断；对查找到的每一个封闭区域，填充某一种颜色，不同封闭区域填充的颜色不同，最后将查找完的结果保存为另一张 `bmp` 图片，并显示在给定的图片中找到几个封闭区域。

2. 设计要求

（1）整个程序在 `Linux` 下通过 `vi` 编辑器编写。

（2）程序的编写要求用 `C++` 语言，要求使用类、构造函数、析构函数、继承等概念。在编写程序前要先设计，画出流程图、类图等。

（3）程序应写成多个源文件，每个类写一个头文件，最后通过 `makefile` 进行编译，生成可执行文件。

（4）程序的参数通过命令行输入，要求只有两个参数，第一个参数是要进行区域识别的 `bmp` 图片名，第二个参数是另外要保存的 `bmp` 图片名。

3. 开发环境

操作系统：`Linux`。

开发语言：`C/C++` 语言。

三、项目指导

1. 相关知识点

请参见 3.3 节面向对象程序开发中的 3.3.4 节图像处理程序。

2. 相关提示

（1）命令行参数实现——`main` 函数的参数

`main()` 函数带参数形式：

```
int main(int argc, char* argv[])
```

从函数参数的形式上看，它包含一个整型变量和一个指针数组。当一个 `C` 源程序经过编译、链接后，会生成扩展名为 `.exe` 的可执行文件，这是可以在操作系统下直接运行的文件。换句话说，就是由系统来启动运行。对 `main()` 函数，既然不能由其他函数调用和传递参数，就只能由系统在启动运行时传递参数了。

在操作系统环境下，一条完整的运行命令应包括两部分：命令关键字与相应的参数。其格式如下：

```
命令关键字 参数 1 参数 2 ... 参数 n
```

此格式也称为命令行。命令行中的命令就是可执行文件的文件名，其后所跟参数需用空格分隔，是对命令的进一步补充，也就是传递给 `main()` 函数的参数。

命令行与 `main()` 函数的参数存在如下关系：

设命令行为 `program str1 str2 str3 str4 str5`

其中, `program` 为文件名, 也就是一个由 `program.c` 经编译、链接后生成的可执行文件 `program.exe`, 其后跟 5 个参数。对 `main()` 函数来说, 它的参数 `argc` 记录了命令行中命令与

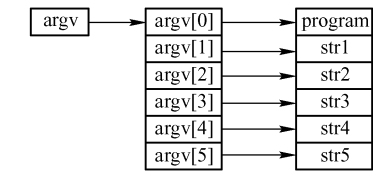


图 4-23 指针数组取值情况

参数的个数, 共 6 个, 指针数组的大小由参数 `argc` 的值决定, 即为 `char*argv[6]`, 指针数组的取值情况如图 4-23 所示。

数组的各个指针分别指向一个字符串。应当引起注意的是, 接收到指针数组的各指针是从命令行开始接收的, 首先接收到的是命令, 其后才是参数。

(2) 结构体大小的计算

结构体的大小为结构体最宽基本类型成员大小的整数倍, 如有需要, 编译器会在最末一个成员之后加上填充字节。

```
struct A {
    int i;
    char c;
};
```

`sizeof(A)` 的结果为 8, 因为 `int` 型占 4 字节, `char` 型占 1 字节, 在内存对齐后, 结构体 A 占 8 字节。

(3) 递归

递归作为一种算法在程序设计语言中广泛应用, 它是指函数/过程/子程序在运行过程中直接或间接调用自身而产生的重入现象。

程序调用自身的编程技巧称为递归 (Recursion)。

一个过程或函数在其定义或说明中可以直接或间接调用自身, 它通常把一个大型复杂的问题层层转化为一个与原问题相似的规模较小的问题来求解, 递归策略只需少量的程序就可描述解题过程所需要的多次重复计算, 可大大地减少程序的代码量。递归的能力在于用有限的语句来定义对象的无限集合。用递归思想写出的程序往往十分简洁易懂。

注意:

- A、递归就是在过程或函数里调用自身。
- B、在使用递增归策略时, 必须有一个明确的递归结束条件, 称为递归出口。

3. 参考规范

Doxygen 注释。

4. 参考资料

- (1) 周霭如, 林伟健. C++程序设计基础 (第 3 版). 北京: 电子工业出版社, 2010。
- (2) 钱能. C++程序设计教程 (第二版) (第三部分 面向对象编程技术). 北京: 清华大学出版社, 2005。
- (3) C++函数速查. 电子版下载: <http://download.csdn.net>。
- (4) “bmp 文件格式研究” 文档. 电子版下载: <http://programfan.com/blog/list.asp>。

5. 效果图（如图 4-24 至图 4-29 所示）

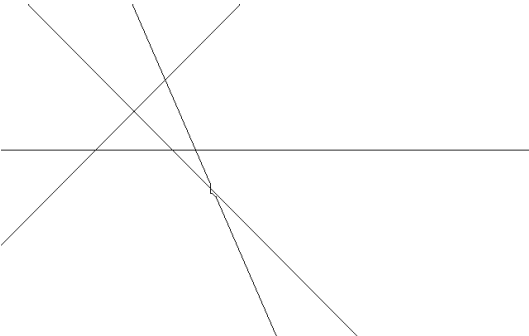


图 4-24 实例 1 图片处理前

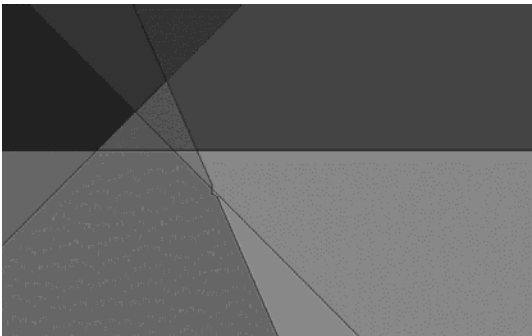


图 4-25 实例 1 图片处理后

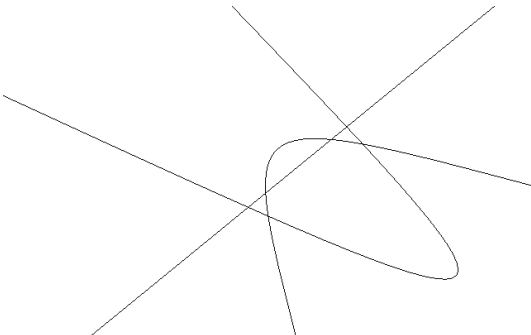


图 4-26 实例 2 图片处理前

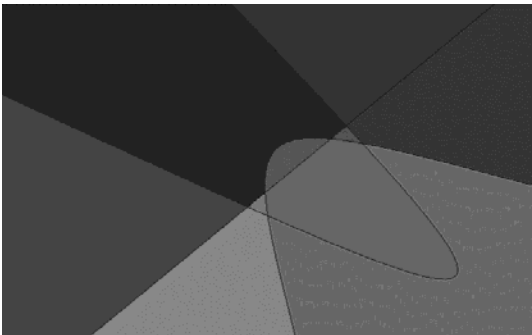


图 4-27 实例 2 图片处理后

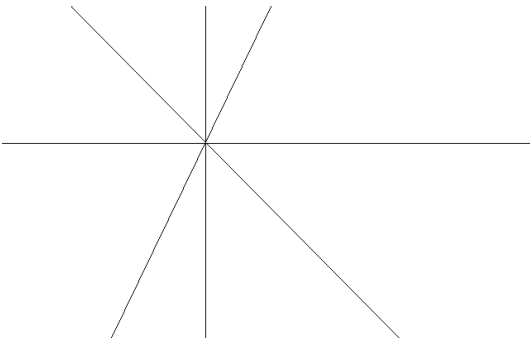


图 4-28 实例 3 图片处理前

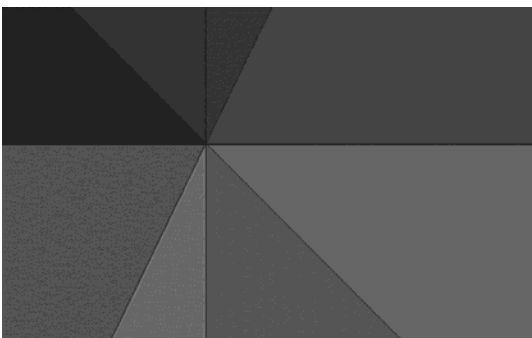


图 4-29 实例 3 图片处理后

四、进度安排（见表 4-11）

表 4-11 图片分析程序项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第一周	查找有关目录操作函数、设计程序的结构	解决程序中各个细节问题
第二周	编写程序	实现 bmp 图片分割的基本功能
第三周	调试程序	完善程序功能

4.2.3 OCX 进程控制程序

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	3~4 周
预备知识	C++编程基础

一、实训目的

通过实训，使学生能够熟练建立一个 OCX 控件（目前网上很流行 ActiceX 控件），并将其嵌入到浏览器中使其运行。

- （1）掌握有关 ActiveX 控件的生成、注册、网页嵌入的基本框架与工作流程。
- （2）了解 VC++中有关 ActiveX 的编程知识、相关代码、所需接口、文档、模块。
- （3）掌握生成 OCX 文件的基本方法，学会使用 MFC ActiveX ControlWizard 生成所需的 OCX 文件。
- （4）掌握在 MFC ActiveX ControlWizard 中添加控件、对话框，以达到独立编写程序的目的。
- （5）掌握 C++，JavaScript，HTML 知识，认识三者之间的关系，并实现 OCX 控件的网页嵌入。
- （6）掌握如何获得系统的进程信息，并使用高级语言对其进行控制。
- （7）实现显示进程、结束进程、运行新进程等有关进程管理的基本功能。
- （8）了解一个工程的提出、开发、实现的全过程，并从中吸取知识、经验和教训。

二、实训内容及要求

用 VC++中的 MFC ActiveX ControlWizard 生成进程控制的 OCX 文件，将其嵌入到网页中并使其运行。

1. 项目需求

- （1）编写实现进程管理的 OCX 文件，通过可视化界面对当前系统进程进行控制。
- （2）OCX 文件要嵌入到网页中运行。
- （3）进程管理要实现的功能有当前进程浏览、结束进程、刷新、结束所有进程、重新启动计算机、关闭计算机。

2. 设计要求

- （1）使用 C++语言方便编写进程控制程序，编写环境为 VC++。
- （2）按照（/<姓名>/项目/<项目名称>/，/<姓名>/资料/<知识分类名>/）的格式建立个人开发目录。
- （3）建立 HTML 文件以便 OCX 文件嵌入。
- （4）使用 JavaScript 实现 OCX 文件的嵌入。
- （5）HTML 文件的后缀为.html。

(6) OCX 文件的后缀名为.ocx。

(7) 整个 C++程序的编写要符合编程规范。

3. 开发环境

操作系统: Windows。

编程环境: VC++。

开发语言: HTML, C++, JavaScript。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) OCX 的概念

若读者用过 Visual Basic 或 Delphi 一类的可视化编程工具, 对控件概念一定不会陌生, 就是那些工具条上的小按钮, 如 EditBox, Grid, ImageBox, Timer 等。每个控件都有自己的事件、方法和属性。使用控件编程非常容易。首先, 在程序设计阶段可以设置一些属性, 如大小、位置、标题 (Caption) 等; 在程序运行阶段, 可以更改这些属性, 并针对不同的事件, 调用不同的方法来实现对该控件的控制。控件就好像一块块的积木, 程序要做的事只是将这些积木搭起来。控件的最大好处是可以重复使用, 甚至可以在不同的编程语言之间使用, 如可以在 VB 中嵌入用 VC 开发的控件。

控件的本质是微软公司的对象链接和嵌入 (OLE) 标准。由于它充分利用了面向对象的优点, 使程序效率得到了很大提高, 从而得到了广泛应用。国外有很多公司就是专门制作各种各样控件的。控件的最早形式是以.VBX 格式出现的, 后来变成了.OCX。由于 Internet 的广泛流行, 微软公司推出了 ActiveX 技术, 它是从 OLE 技术发展起来的, 加入了 WWW 上的功能。所以目前最流行的是 ActiveX 控件。

(2) 进程的概念

对应用程序来说, 进程就像一个大容器。在应用程序运行后, 就相当于将应用程序装进容器里了, 可以往容器里加其他东西 (如应用程序在运行时所需的变量数据、需要引用的 DLL 文件等), 当应用程序运行两次时, 容器里的东西并不会被倒掉, 系统会找一个新的进程容器来容纳它。

进程由进程控制块、程序段、数据段三部分组成。一个进程可以包含若干线程 (Thread), 线程可以帮助应用程序同时做几件事 (如一个线程向磁盘写入文件, 另一个则接收用户的按键操作并及时作出反应, 互不干扰)。在程序运行时, 系统首先要做的就是为该程序进程建立一个默认线程, 然后程序可以根据需要自行添加或删除相关的线程。

进程是可并发执行的程序。进程在一个数据集合上的运行过程, 是系统进行资源分配和调度的一个独立单位, 也称为活动、路径或任务, 它有两方面的性质: 活动性和并发性。进程可以划分为运行、阻塞、就绪三种状态, 并随一定条件而相互转化: 就绪—运行, 运行—阻塞, 阻塞—就绪。

(3) ActiveX 的概念

ActiveX 在广义上是指微软公司的整个 COM 架构, 但是现在通常用来称呼基于标准 COM 接口来实现对象链接与嵌入的 ActiveX 控件。后者是指从 VBX 发展而来的, 面向微

软的 Internet Explorer 技术而设计的以 ocx 为扩展名的 OLE 控件。通过定义容器和组件之间的接口规范，对于编写了一个遵循规范的控件，可以很方便地在多种容器中使用而不用修改控件代码。同样地，通过实现标准接口调用，一个遵循规范的容器可以很容易地嵌入任何遵循规范的控件中。由于 OLE 在 ActiveX 控件中的应用很普及，现在 OLE 技术中只有少数独立于 ActiveX 技术，如复合文档。一些浏览器，如网景浏览器等都在不同程度上支持 ActiveX 控件。它允许网页通过脚本和控件交互产生更加丰富的效果，同时它也带来一些安全性问题。Internet Explorer 和一些其他应用程序同时支持 ActiveX Documents 接口规范，允许在一个应用程序中嵌入另一个支持这个规范的应用程序。很多应用软件，如微软公司的 Microsoft Office 系列和 Adobe 公司的 Acrobat Reader 都实现了这个规范。

(4) VC++的工程文件说明

- *.dsp: 是 VC++的项目文件，为文本格式。
- *.dsw: 是工作区文件，它可以指向一个或多个.dsp 文件。
- *.clw: 是 classwizard 信息文件，实际上是 ini 文件格式。
- *.opt: 关于工程开发环境的参数文件，如工具条位置等信息。
- *.aps: 是 appstudio 文件，资源辅助文件，为二进制格式。
- *.rc: 是资源文件。
- *.plg: 是编译时的 error 和 warning 信息文件，在 Tools->Options 里有一个选项可以控制这个文件的生成。
- *.hbj: 是生成帮助文件的工程文件，用 microsfot Help Compiler 可以处理。
- *.mdp: 是旧版本的项目文件，如果要打开此文件，会提示是否转换成新的 dsp 格式。
- *.bsc: 是浏览项目信息的文件，如果用 Source Brower 就必须有这个文件。如果不用这一功能，可以在 Project Options 里去掉 Generate Browse Info File，以加快编译速度。
- *.map: 是执行文件的映像信息记录文件，除非对系统底层非常熟悉，这个文件一般用不着。
- *.pch: 是预编译文件，可以加快编译速度，但是文件非常大。
- *.pdb: 记录了与程序有关的一些数据和调试信息，在调试的时候可能有用。
- *.exp: 只有在编译 DLL 时才会生成，记录 DLL 文件中的一些信息。
- *.ncb: 是无编译浏览文件。当自动完成功能出现问题时，可以删除此文件，build 后会自动生成。

*.c: 源代码文件，按 C 语法编译处理。

*.cpp: 源代码文件，按 C++语法编译处理。

2. 参考资料

(1) 戴博，周杨，龚涛，李仪. Visual C++程序员成长攻略（Visual C++多线程与动态链接库编程攻略）. 北京：中国水利水电出版社，2007。

(2) 宇鹏，王晓峰，李云飞. Visual C++实践与提高 ActiveX 篇（第 2 章 开发 ActiveX 的工具）. 北京：中国铁道出版社，2001。

(3) HTML 基础. 电子资料下载：<http://download.csdn.net>。

(4) JavaScript 手册. 电子资料下载：<http://download.csdn.net>。

3. 效果图（如图 4-30 所示）



图 4-30 进程监控软件界面

四、进度安排（见表 4-12）

表 4-12 OCX 进程控制程序项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	查询 OCX 相关知识	初步认识 OCX
	1 天	查询 ActiceX 的相关知识	了解什么是 ActiveX 控件
	1 天	学习有关 OCX 和 ActiveX 的知识	进一步学习有关控件的知识
	1 天	详细了解 OCX 和 ActiveX 的知识	继续认真学习相关知识
	1 天	学习使用 MFC ActiveX ControlWizard 建立工程	初步编写 OCX 文件
第二周	1 天	为列表控件编写显示进程	熟悉 VC 的使用
	1 天	为按钮编写刷新程序	熟悉 VC 的使用
	1 天	为按钮编写结束进程	进一步熟悉 VC 的使用
	1 天	为按钮编写运行进程	学习 VC 的使用技巧
	1 天	为按钮编写结束所有进程	学习 VC 的类生成技术
第三周	1 天	为列表控件编写重启计算机进程	努力提高 VC 的使用水平
	1 天	为按钮编写关闭计算机进程	进一步提高 VC 的使用技巧
	1 天	将 OCX 嵌入网页	学习 VC 的界面编辑方法
	1 天	检验代码的可靠性	增强代码的健壮性
	1 天	检验代码的可读性	提高代码的可读性

4.2.4 U 盘加密程序

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	3~4 周
预备知识	Apache HTTP Server（2.0 以上版本）

一、实训目的

通过本实训，学生应有能力自己编写一个 U 盘加密小程序，该程序能够实现对 U 盘数据加密，防止未经授权的访问。

- (1) 掌握 U 盘加密的原理。
- (2) 熟练使用 C++ 语言进行面向对象编程。
- (3) 通过查阅资料，初步掌握使用 MFC 进行程序开发的方法。
- (4) 掌握面向对象编程技术，了解现代程序开发过程。

二、实训内容及要求

使用 C++ 和 MFC 编写一个小程序，实现 U 盘加密的功能。

1. 项目需求

- (1) 通过访问注册表读取计算机上的移动存储设备。
- (2) 对磁盘扇区进行操作。
- (3) 用 RC4 加密算法对磁盘加密。
- (4) U 盘插入计算机时的自动感知。

2. 设计要求

(1) 整个程序使用 C++ 语言来编写，最好使用文本编辑器（如 UltraEdit）编写代码，最后通过添加源文件的方式来进行程序代码的编写。

- (2) 使用 MFC 进行程序开发。
- (3) 实现对注册表的操作，查看存储设备时，屏蔽计算机硬盘。
- (4) 对磁盘扇区实现操作。
- (5) 使用 RC4 算法进行加密。
- (6) 实现 U 盘插入时的自动感知。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

开发语言：C++ 语言。

开发环境：Microsoft Visual C++ 6.0。

三、项目指导

1. 开发流程

- (1) 需求分析。画出流程图和类图等关系图，编写、调试、生成、测试代码。
- (2) 资料查找。阅读 C++ 相关书籍及 MFC 参考书籍。
- (3) 界面设计。根据自身喜好，画出自己喜欢的界面图样。
- (4) 编写代码。根据流程图、关系图、界面的图样，编写代码。
- (5) 调试代码。针对代码编写中出现的错误，进行调试、修改。
- (6) 测试代码。代码完成后，还要进行一些测试工作。

2. 相关提示

- (1) 通过访问注册表读取计算机上的移动存储设备

在注册表 HKEY_LOCAL_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\Disk\Enum 下可以看到计算机当前的状态和所有存储设备的情况，包括计算机的硬盘。通常情况下，名称为 0 的是计算机硬盘，所以在列出的选择设备时，会把名称为 0 的存储设备屏蔽掉，不然太危险，一旦造成系统的破坏，后果会很麻烦。

```
//对注册表的读/写
HKEY hkey;
char sz[256];
DWORD dwtype,sl = 256;
for(int i=1;i<8;i++)
{
    if(RegOpenKeyEx(HKEY_LOCAL_MACHINE,"SYSTEM\\CurrentControlSt
    \\Services\\Disk\\Enum",\ NULL, KEY_ALL_ACCESS, &hkey)
    ==ERROR_SUCCESS)
    {
        CString id;
        id.Format("%d",i);
        if(RegQueryValueEx(hkey,id,NULL,&dwtype,(LPBYTE)sz,&sl)
        ==ERROR_SUCCESS)
        {
            CString str=(CString)sz;
            m_select.AddString(sz);
        }
    }
}
RegCloseKey(hkey);
```

(2) 对磁盘扇区的操作

Windows 操作系统在很大程度上采取了访问安全保护机制（例如，在 Windows 操作系统下不能直接访问物理内存，不能使用各种 DOS、BIOS 中断等），其实 Windows 在采取“实保护”措施的同时也提供另外一种有别于在 DOS 下访问硬件设备的方法，即把所有的硬件设备全部看作“文件”，并允许按照读/写方式对这些文件进行数据存取访问。对磁盘扇区的读/写，可以通过 C++ 的 CreateFile() 函数来实现。

由 MSDN 可查询到该函数原型：

```
HANDLE CreateFile(
    LPCTSTR lpFileName,
    DWORD dwDesiredAccess,
    DWORD dwShareMode,
    LPSECURITY_ATTRIBUTES lpSecurityAttributes,
    DWORD dwCreationDisposition,
    DWORD dwFlagsAndAttributes,
    HANDLE hTemplateFile);
```

事实上，由于访问的是已经存在的磁盘扇区，因此只能以 `OPEN_EXISTING` 标志设置 `dwCreationDisposition` 参数，指出将要打开已经存在的文件（设备）。其参数的使用与操作普通文件时的用法相同。

使用的时候，如果需要定位到某个具体的扇区，可以使用 `SetFilePointer()`函数：

```
DWORD SetFilePointer(HANDLE hFile, LONG lDistanceToMove, PLONG lpDistanceToMoveHigh,
                    DWORD dwMoveMethod);
```

在定位到要访问的扇区开始位置后，就可以通过 `ReadFile()`或 `WriteFile()`函数实施相应的读/写访问了，具体操作与文件读/写并没有什么差别。最后，在完成访问操作后以 `CloseHandle()`函数关闭文件句柄，释放资源，从而完成一次完整的磁盘扇区数据访问操作。

```
//访问扇区函数
int ReadDisk(CString driver,unsigned char *Buf,long addr)
{
    HANDLE hDevice;
    BOOL bResult;
    DWORD bytesread;

    hDevice=CreateFile(driver,GENERIC_READ|GENERIC_WRITE,
        FILE_SHARE_READ|FILE_SHARE_WRITE,NULL,OPEN_EXISTING,0,NULL);
    if(hDevice==INVALID_HANDLE_VALUE)
    {
        AfxMessageBox("Error!");
        return 0;
    }
    if(addr!=0)
    {
        SetFilePointer(hDevice,512*addr,NULL,NULL);
    }

    bResult=ReadFile(hDevice,Buf,512,&bytesread,NULL);
    if((bResult==FALSE)||((bytesread<512)))
    {
        AfxMessageBox("Error!");
        return 0;
    }
    CloseHandle(hDevice);
    return 1;
}
```

(3) 用 RC4 加密算法对磁盘加密

```
/*RC4 加密，KEY 是密钥，此处 Key[]="MobileStorageSecurity",后期可以用户输入的密码作为密钥*/
RC4_KEY rc4_key;
```



```
build_rc4_key(Key,strlen((char*)Key),&rc4_key);
rc4_handler(MBRBuf,strlen((char*)MBRBuf),&rc4_key);
```

(4) U 盘插入计算机时的自动感知

```
LRESULT CRawDiskDlg::WindowProc(UINT message, WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    if ( WM_DEVICECHANGE == message && FALSE == bCopy )
    {
        //刷新设备列表
    }
    return CDialog::WindowProc(message, wParam, lParam);
}
```

3. 参考资料

- (1) (美) Stephen Prata. C++ Primer Plus (第五版) (第 11 章 使用类; 第 12 章 类和动态内存分配; 第 13 章 类继承). 北京: 人民邮电出版社, 2005。
- (2) (美) Stanley B. Lippman Barbara E. Moo Josée LaJoie. C++ Primer (第四版) (第 8 章 标准 IO 库). 北京: 人民邮电出版社, 2006。
- (3) 明日科技. MFC 参考大全. 北京: 人民邮电出版社, 2007。

四、进度安排 (见表 4-13)

表 4-13 U 盘加密程序项目开发进度表

时 间	内 容
第一周	学习相关的 C++ 知识
第二周	学习有关的 MFC 的知识
第三周 (周一、周二)	设计程序, 使用 visio 软件画出流程图, 设计类
第三周 (周三、周四、周五)	编写代码
第四周	调试代码, 完成程序

4.3 网络技术专题

4.3.1 网络文件服务器

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级下学期或三年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	FTP 服务器的基本功能

一、实训目的

通过编写程序，实现 FTP 服务器的基本功能。熟悉 socket 编程、多线程编程，理解 FTP 协议的原理。

二、实训内容及要求

使用 C++编写一个 FTP 服务器，采用面向对象方法，实现 FTP 服务器的基本功能，实现文件的上传和下载等。

1. 项目需求

FTP 的主要作用，就是让用户连接一个远程计算机（这些计算机上运行着 FTP 服务器程序），查看远程计算机有哪些文件，然后把文件从远程计算机上下载到本地计算机上，或把本地计算机上的文件上传到远程计算机上去。

(1) FTP 服务器的文件上传与下载。

(2) FTP 服务器命令的实现，如实现 put、get、quit、dir 等常用命令。

(3) 支持多用户，要求服务器可以支持多人同时访问，至少 10 个用户。超过 10 个人，以后的用户需排在等待队列中。

(4) 设置配置文件，如 IP 地址、端口号、主目录及虚拟目录、最大同时访问数等。

(5) 不能同时上传同名文件，上传中的文件不能同时被下载。

2. 设计要求

(1) 使用面向对象技术进行系统设计开发。

(2) 支持多用户并发访问。

(3) 可以改变服务端口、主目录，支持匿名访问。

(4) 不需要支持虚拟目录功能。

(5) 上传中的文件不能被下载。

(6) 利用 FTP 客户端程序进行文件传输测试。

3. 开发环境

操作系统：Linux。

开发语言：C++语言。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、需求分析（分析我们常用的 wu-ftp 的工作方法，Windows 下的 server-u 软件是如何工作的），严格按照需求和要求进行开发。

B、设计功能模块，定义功能函数。

C、选择算法。选择合适的算法并依照确定好的算法编写程序。选择算法时要考虑程序的时间复杂度，以及程序的可行性、健壮性、可读性等，尽量选择简便的算法。

D、规定变量。确定算法后，要确定各个变量的名称，注意各个数组变量与整型变量名称是否重复，变量名尽量用单词定义而不要用字母，以增加程序的可读性。

- E、完善功能函数。
 - F、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。
- (2) 相关知识点（见表 4-14）

表 4-14 网络文件服务器开发项目相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
FTP 协议基础知识	FTP 服务配置	FTP 端口、Linux 下 vsftp 配置文件、虚拟目录
	FTP 命令	put、get、quit、dir
	FTP 传输	两种 FTP 传输模式
操作系统基础知识	基本概念	进程、守护进程、线程、信号量、共享内存、信号量、消息队列、管道
C++网络编程	socket 编程	socket、实现步骤

2. 相关提示

(1) C++的 socket 实现

A、socket 中首先要理解如下几个概念。

- ① IP 地址：它是依照 TCP/IP 协议分配给本地主机的网络地址。也就是两个进程要通信，要知道通信对方的位置，就用对方的 IP 地址确定位置。
- ② 端口号：用来标识本地通信进程，方便操作系统提交数据。
- ③ 连接：指两个进程间的通信链路。

B、客户-服务器模式。

在 TCP/IP 网络应用中，通信的两个进程间相互作用的主要模式是客户-服务器（Client/Server）模式，即客户端向服务器发出服务请求。服务器接收到请求后，提供相应的服务。客户-服务器模式的建立基于以下两点：首先，建立网络的起因是网络中软/硬件资源、运算能力和信息不均等，需要共享，从而造就了拥有众多资源的主机提供服务，资源较少的客户端请求服务这一非对等模式。其次，网间进程通信完全是异步的，相互通信的进程间既不存在父子关系，又不共享内存缓冲区，因此需要一种机制为希望通信的进程建立联系，为二者的数据交换提供同步。

C、socket 相关函数。

① socket PASCAL FAR socket(int af, int type, int protocol);

该调用要接收三个参数：af, type, protocol。

参数 af 指定通信发生的区域，如 AF_UNIX，AF_INET，AF_NS 等，而 DOS，Windows 中仅支持 AF_INET，它是网际网区域。因此，地址族与协议族相同。

参数 type 描述要建立的套接字的类型，分以下三种：

- 一是 TCP 流式套接字（SOCK_STREAM），它提供一个面向连接、可靠的数据传输服务，数据无差错、无重复地发送，且按发送顺序接收。内设流量控制，避免数据流超限；数据被看作是字节流，无长度限制。文件传输协议（FTP）即使用流式套接字。
- 二是数据报式套接字（SOCK_DGRAM），它提供一个无连接服务。数据包以独立包形式被发送，不提供无错保证，数据可能丢失或重复，并且接收顺序混乱。网络文件系统

(NFS) 使用数据报式套接字。

三是原始式套接字 (SOCK_RAW)，允许对较低层协议，如 IP, ICMP 直接访问，常用于检验新的协议实现或访问现有服务中配置的新设备。

参数 protocol 说明该套接字使用的特定协议，如果调用者不希望特别指定使用的协议，则置为 0，使用默认的连接模式。

该函数根据这三个参数建立一个套接字，并将相应的资源分配给它，同时返回一个整型套接字号。

② int PASCAL FAR bind(SOCKET s, const struct sockaddr FAR * name, int namelen);

参数 s 是由 socket()调用返回的未作连接的套接字描述符 (套接字号)。参数 name 是赋给套接字 s 的本地地址 (名字)，其长度可变，结构随通信域的不同而不同。参数 namelen 表明 name 的长度，如果没有错误发生，bind()返回 0；否则返回 SOCKET_ERROR。

③ int PASCAL FAR connect(SOCKET s, const struct sockaddr FAR * name, int namelen);

参数 s 是欲建立连接的本地套接字描述符。参数 name 是说明对方套接字地址结构的指针。对方套接字地址长度由参数 namelen 说明。如果没有错误发生，connect()返回 0；否则返回 SOCKET_ERROR。在面向连接的协议中，该调用导致本地系统和外部系统之间建立实际连接。

④ SOCKET PASCAL FAR accept(SOCKET s, struct sockaddr FAR* addr, int FAR* addrlen);

参数 s 为本地套接字描述符，在作为 accept()调用的参数前应该先调用过 listen()。参数 addr 是指向客户端套接字地址结构的指针，用来接收连接实体的地址，它的确切格式由套接字创建时建立的地址族决定。参数 addrlen 为客户端套接字地址的长度 (字节数)。如果没有错误发生，accept()返回一个 socket 类型的值，表示接收到套接字描述符；否则返回 INVALID_SOCKET。

⑤ int PASCAL FAR listen(SOCKET s, int backlog);

参数 s 标识一个本地已建立、尚未连接的套接字号，服务器从它上面接收请求。参数 backlog 表示请求连接队列的最大长度，用于限制排队请求的个数，目前允许的最大值为 5。如果没有错误发生，listen()返回 0；否则返回 SOCKET_ERROR。

⑥ int PASCAL FAR send(SOCKET s, const char FAR *buf, int len, int flags);

参数 s 为已连接的本地套接字描述符。参数 buf 是指向存有发送数据的缓冲区的指针，其长度由参数 len 指定。参数 flags 指定传输控制方式，如是否发送带外数据等。如果没有错误发生，send()返回发送的总字节数；否则返回 SOCKET_ERROR。

⑦ int PASCAL FAR recv(SOCKET s, char FAR *buf, int len, int flags);

参数 s 为已连接的套接字描述符。参数 buf 是指向接收输入数据缓冲区的指针，其长度由参数 len 指定。参数 flags 指定传输控制方式，如是否接收带外数据等。如果没有错误发生，recv()返回接收的总字节数。如果连接被关闭，返回 0；否则返回 SOCKET_ERROR。

⑧ int PASCAL FAR select(int nfds, fd_set FAR * readfds, fd_set FAR * writefds, fd_set FAR * exceptfds, const struct timeval FAR * timeout);

参数 nfds 指明被检查的套接字描述符的值域，此变量一般被忽略。参数 readfds 是指向

要做读检测的套接字描述符集合的指针，调用者希望从中读取数据。参数 `writelfds` 是指向要做写检测的套接字描述符集合的指针。`exceptfds` 是指向要检测是否出错的套接字描述符集合的指针。`timeout` 是 `select()`函数等待的最大时间，如果设为 `NULL`，则为阻塞操作。`select()`返回包含在 `fd_set` 结构中已准备好的套接字描述符的总数目，若发生错误，则返回 `SOCKET_ERROR`。

⑨ `BOOL PASCAL FAR closesocket(SOCKET s);`

参数 `s` 指明待关闭的套接字描述符。如果没有错误发生，它返回 `0`；否则返回 `SOCKET_ERROR`。

D、socket 通信流程图，如图 4-31 所示。

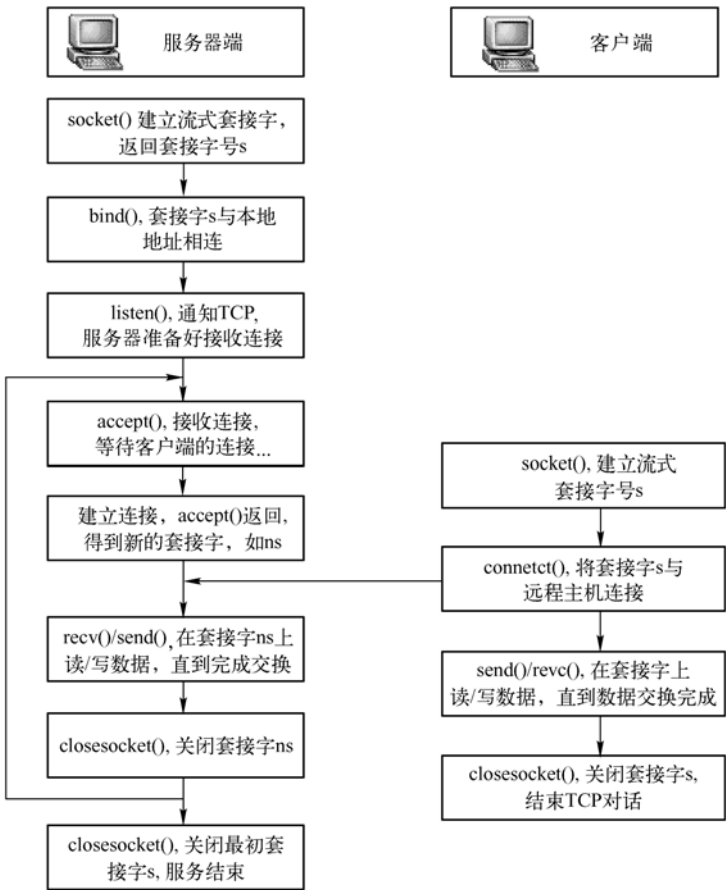


图 4-31 socket 通信流程图

(2) FTP 配置文件的设置，如图 4-32 所示。

3. 参考资料

(1) (美) Stephen, D.Huston, C.Schmidt, Douglas. C++网络编程 (第 2 章 Socket API 概述). 武汉: 华中科技大学出版社, 2003。

(2) H.M.Deitel, P.J.Deitel. C++大学教程 (Chapter 12 Object-Oriented Programming:

Inheritance)。北京：电子工业出版社，2007。

(3) 林宇，郭凌云. Linux 网络编程（第三章 TCP/IP 协议；第四章 基本套接字编程实践；第十四章 原始套接字编程实践）。北京：人民邮电出版社，2001。

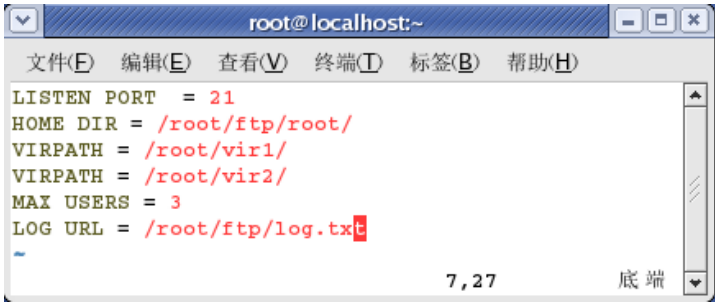


图 4-32 FTP 配置文件

4. 效果图（如图 4-33 至图 4-34 所示）

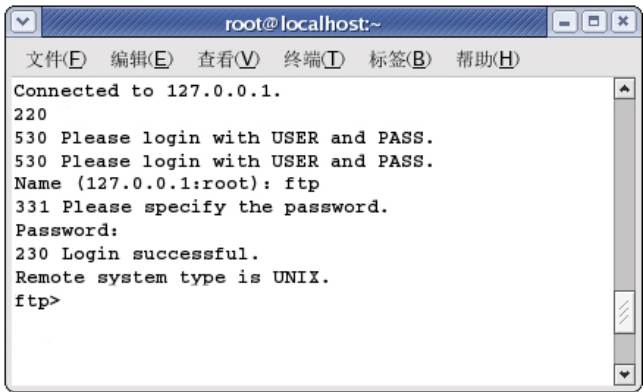


图 4-33 FTP 登录界面

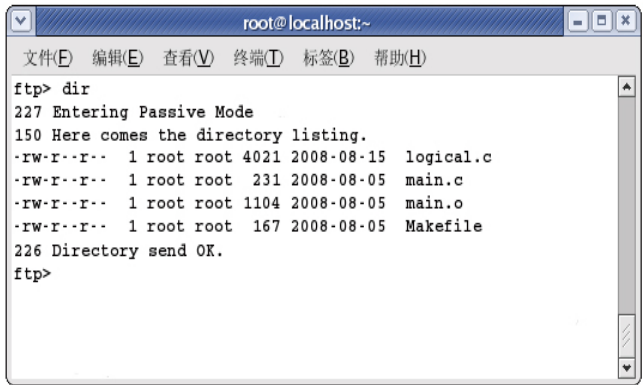


图 4-34 FTP 的 dir 命令界面

四、进度安排（见表 4-15）

表 4-15 网络文件服务器项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	进行需求分析	了解 socket、类，分析程序功能
	1 天	了解什么是 FTP	弄清 TCP/IP 协议；实现文件的上传和下载
	1 天	用最简单的方法实现上传和下载	用类对这些功能进行封装
	1 天	再次对程序的框架进行分析，设计出类	较好地封装类的接口，提供友好接口，方便使用
	1 天	用面向对象的方法实现 FTP 上传和下载命令	了解多线程的概念，要实现多用户的同时访问
第二周	1 天	编写过一些简单的多线程小程序，对多线程有较深的理解	实现多用户访问，注意对共享资源的保护
	1 天	多线程用户实现	编写配置文件
	1 天	完成配置文件	优化代码
	1 天	优化代码完成，修改类的一些方法与属性	测试程序，确保没有明显的 bug
	1 天	验机、编写实验报告	完成所有任务需求，提交实验报告

4.3.2 AJAX 网络聊天室

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级下学期或三年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	1~2 周
预备知识	PHP，JavaScript

一、实训目的

通过本实训，使学生掌握 PHP，JavaScript 语言技术，充分理解 HTTP 协议原理，能够应用 HTTP 协议原理进行简单聊天室设计与开发。

- (1) 掌握 PHP 语言的语法规则。
- (2) 掌握 JavaScript 的语法规则。
- (3) 理解 HTTP 同步和异步传输。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

- (1) 登录、注册、退出：用户必须注册后登录，才能进入聊天室，用户单击“退出”按钮，离开聊天室。
- (2) 聊天功能：用户可以不刷新页面看到聊天室所有用户的聊天内容。用户在发表文字时，可以对文字效果进行简单的操作，如字体的大小、粗细、颜色等。
- (3) 聊天室功能：用户可以清除聊天屏幕中所有的聊天记录信息。

2. 设计要求

- (1) 应用 HTML 开发前台界面：应用 HTML 开发界面、用户注册登录界面、聊天室的

选择界面、聊天室的聊天界面和用户的操作界面。

- (2) 应用 JavaScript 处理数据：应用 JavaScript 处理聊天室内用户数据的发送和显示。
- (3) 应用 AJAX 技术实现页面无刷新更新内容，以及与服务端进行数据交换。

3. 开发环境

操作系统：Windows。
应用服务器：Apache。
开发语言：PHP 语言。

三、项目指导

1. 相关知识点

- (1) 开发流程
 - A、需求分析。
 - B、界面设计，使用 HTML 进行前台程序开发。
 - C、后台设计，使用 PHP 进行后台程序开发。
 - D、整合代码，发布到 Apache 服务器上。
 - E、运行并测试程序。
- (2) 相关知识点（见表 4-16）

表 4-16 AJAX 网络聊天室项目开发相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
网络协议	HTTP 协议	HTTP 端口、异步传输、同步传输、信息头解析
PHP	基本语法	\$_POST、\$_GET、变量定义、类定义、常用函数
AJAX	AJAX 项目相关知识	XMLHttpRequest 对象的方法和属性、onreadystatechange 属性、readyState 属性、responseText 属性、responseXML 属性、status 属性

2. 相关提示

AJAX 相应信息处理中，AJAX 对象的请求状态与被请求文件的 HTTP 状态是一样的。包含在 AJAX 文件中的 HTTP 对象处理所有的 W3C 描述的 HTTP 状态代码定义，并把它们返回给请求方法。状态代码被分成 5 种：信息 1xx、成功 2xx、重定向 3xx、客户端错误 4xx、服务器错误 5xx。最前面的一位数字表示某种类别的状态代码，而 xx 表示从 00~99 数字。例如，2xx 中 2 表示成功状态代码，2xx 表示 200~299 之间的所有状态代码。HTTP 对象检查状态代码的第一位数字，并根据代码所属的类别，执行一次转换。在检测出类别之后，HTTP 对象把它发送给响应方法，该方法把状态代码作为字符串返回。

```
//HTTP 状态方法
this.status = function(_status)
{
    var s = _status.toString().split("");
    switch(s[0])
    {
```



```

        case "1":
            return this.getInformationalStatus(_status);
            break;
        case "2":
            return this.getSuccessfulStatus(_status);
            break;
        case "3":
            return this.getRedirectionStatus(_status);
            break;
        case "4":
            return this.getClientErrorStatus(_status);
            break;
        case "5":
            return this.getServerErrorStatus(_status);
            break;
    }
}
}

```

状态代码是通过检测该代码的第一位数字来处理的。一旦完成了代码检测，原始的状态代码就被发送到一个适当的方法中，该方法给 `onResponse` 方法发送一个字符串形式的状态代码，接着就可以把这条消息显示给用户。如果遇到错误，用户就可知道发生了什么情况。另一方面，如果请求成功，就显示数据。

响应信息的内容可能有多种不同的形式，例如 XML、纯文本、(X) HTML 或 JavaScript 对象符号 (JSON)。本例根据所接收到数据格式的不同，用两种不同的方法来处理：使用 `responseText` 或 `responseXML`。`responseText` 方法用于那些并非基于 XML 的格式。它把响应信息作为字符串，返回精确的内容。纯文本、(X) HTML 和 JSON 都使用 `responseText`。在纯文本或 HTML 上使用这个方法是很简单的：

```

if(ajax.checkReadyState('body', 'loading...', 'loading...', 'loading...') == "OK")
{
    document.getElementById("body").innerHTML = ajax.request.responseText;
}

```

3. 效果图（如图 4-35 所示）



图 4-35 AJAX 网络聊天室界面

四、进度安排（见表 4-17）

表 4-17 AJAX 网络聊天室项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第 一 周	1 天	进行需求分析	了解网络聊天室的基本构架，基本功能，目前发展状况
	1 天	查阅相关书籍文档	查阅关于网络聊天室的相关文档，了解网络聊天室的开发以及技术支持
	1 天	搭建开发环境，学习相关技术	应用 PHP，JavaScript，应用 Apache 服务器，配置相关环境
	1 天	进行框架设计	根据需求文档设计网络聊天室框架
	1 天	进行数据库设计	根据需求文档设计网络聊天室的数据库，并进行优化
第 二 周	1 天	界面设计	根据设计框架进行代码的编写，完成用户的注册登录界面，聊天室的选择界面、聊天室的聊天界面和用户操作界面，以及后台管理员界面的设计
	1 天	实现操作方法	根据设计的界面进行方法代码的编写
	1 天	调试代码，进行测试	整合已经完成的代码，进行调试优化，完成测试任务
	1 天	修改 bug	通过测试发现 bug，进行修正
	1 天	验机、编写实验报告	完成所有任务需求，提交实验报告

4.3.3 DNS 服务器实现

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级下学期或三年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	1 周
预备知识	Linux 操作系统

一、实训目的

通过本实训，使学生了解 Linux 操作系统下 DNS 服务器的相关知识。

- （1）掌握计算机 Linux 操作系统的相关知识。
- （2）了解 DNS 服务器的相关知识。
- （3）掌握 vi 编辑器的基本知识与 Linux 的基本命令。
- （4）掌握 Linux 信息发布与维护的方法。
- （5）掌握域名知识、域名解析原理。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

通过本次训练，使学生掌握如何快速地架设一个 DNS 服务器，了解 DNS 服务器的基本原理和相关概念，搭建一个域名和 IP 对应关系的 DNS 服务器，并用 nslookup 工具去验证。

www.yourname.com 192.168.1.100

ftp.yourname.com 192.168.1.101
mail.yourname.com 192.168.1.102
www.yourname.com 192.168.1.100
ftp.yourname.com 192.168.1.100
mail.yourname.com 192.168.1.100

2. 开发环境

Linux 操作系统。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、安装软件。从 <http://www.isc.org> 下载 BIND 的源代码到 Linux 服务器的/usr/src 目录下，然后解压缩，编译及安装。

B、启动运行。启动 DNS 服务器可以通过 ndc (name daemon control program) 命令，只要按照上面的步骤安装了 BIND 软件包，在/usr/sbin 目录下就会有这个命令。该命令是专门用来启动 DNS 服务器的程序。

C、服务器配置。编辑 DNS 主配置文件/etc/named.conf。

D、使用 nslookup 进行测试。

(2) 相关知识点（见表 4-18）

表 4-18 DNS 服务器实现项目开发相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
DNS	DNS 项目相关知识	DNS 解析原理、域名、URL、name.conf、nslookup
Linux	vi 编辑器	vi 编辑器用法，vi 编辑器命令

2. 相关提示

(1) DNS 服务器就是域名管理系统。

(2) DNS 服务器在互联网上的作用是：把域名转换成为网络可以识别的 IP 地址。首先，要知道互联网的网站都是以一台台服务器的形式存在的，但是怎么找到要访问的网站服务器呢？这就需要给每台服务器分配 IP 地址。互联网上的网站无穷多，不可能记住每个网站的 IP 地址，这就产生了方便记忆的域名管理系统 DNS，它可以把输入的好记的域名转换为要访问的服务器的 IP 地址，这样为了方便浏览互联网上的网站，用户就不必刻意记住每个主机的 IP 地址了，DNS 服务器就提供将域名解析为 IP 地址的服务，从而使用户能用简短好记的域名来访问互联网上的静态 IP 主机。

(3) named.conf 配置文件的设置：

```
zone "*.com.cn" IN {  
    type master;  
    file "**.zone";
```

```
allow-update { none; };
};
```

(4) zone 配置文件的设置:

```
$TTL      86400
@         IN      SOA      ns.*.com.cn. root.*.com.cn. (
                                1997022700 ; Serial
                                28800      ; Refresh
                                14400      ; Retry
                                3600000    ; Expire
                                86400 )    ; Minimum
                                IN      NS      ns.*.cn.

www       IN      A        192.168.21.128
myblog    IN      A        192.168.21.128
mysql     IN      A        192.168.21.128
```

3. 参考资料

Linux 知识宝库. <http://www.linuxmine.com>。

四、进度安排（见表 4-19）

表 4-19 DNS 服务器实现项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第一天	了解 DNS 服务	查看相关文档，了解 DNS 服务以及 DNS 服务架构
第二天	需求设计	安装 Linux
第三天	代码编写	熟悉 Linux 常用命令和 vi 编辑器
第四天	完善代码	配置 DNS 正向解析
第五天	进行测试	配置 DNS 反向解析

4.3.4 SNMP 数据采集与分析软件

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级下学期或三年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	4~5 周
预备知识	C++和 Java 语言编程基础

一、实训目的

通过本实训，使学生了解 SNMP 网络协议的历史背景、基础知识、MIB 管理信息库和管理信息结构，以及用 C++和 Java 语言实现 SNMP 协议的基本操作。

- (1) 掌握计算机网络管理的基本方法和 SNMP 网络管理软件的开发。
- (2) 了解 SNMP 的相关知识和背景，以及 SNMP 在网络中的应用。

- (3) 掌握 SNMP 协议的基本知识与网络管理软件的设计制作流程。
- (4) 掌握 SNMP 协议的基本头结构和数据传输单元 PDU 的相关知识。
- (5) 掌握信息发布与维护的方法。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

- (1) 用户通过运行在管理工作站上的 SNMP 网络管理软件可以清楚地看到整个网络的运行状况，以及每个节点机器的负载信息（如 CPU、内存使用率等）（简单）。
- (2) 通过图形方式显示具体的网络流量，实现报警功能，使用户可以对管理工作站上得到的信息经过一定的分析得出结论（中等）。
- (3) 在管理工作站上自动显示被管理机器的网络结构拓扑图，用户可以直观地看到网络运行状况（难）。
- (4) 管理工作站实现接收 Trap 消息的功能，支持基本的 Trap 报警，并显示提示（简单）。
- (5) 程序可将收集到的管理信息导出成 Excel 文件，方便用户分析（中等）。
- (6) 在局域网内搭建实验环境以完成测试。

2. 设计要求

- (1) 监控网络设备性能（如 CPU、内存利用率等），模块设计图如图 4-36 所示。

A、配置、扫描模块：此模块的功能是，用户输入被检测设备的 IP 地址、SNMP 共同体字符串、设备类型和采样时间间隔后，单击“扫描”按钮，程序尝试对设备进行一次扫描探测。根据不同的设备类型，读取设备中几个和硬件性能有关的 SNMP 变量的当前值，如成功，则认为下一步用户对这些项是可以进行监测的，并将这些值增加到列表中，供用户进一步选择。确定监测项后，单击“开始”按钮开始运行。设备类型有主机、路由器、交换机三种。程序在具体实现中选择路由器或交换机没有区别，之所以这样处理是为了以后扩展方便。

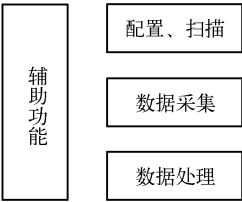


图 4-36 模块设计图

B、数据采集模块：设计一个类 MyStringArray 来完成此功能，对设备的扫描探测过程使用该类的方法。程序运行时，每次动作需要取回两个 SNMP 变量的值。为了提高程序运行效率，可以在类中增加一个函数 GetTwo()，该函数发送的 SNMP 请求 PDU 中有两个变量绑定。在定时器触发下，只需要调用这个方法就可以完成数据采集功能。

C、数据处理模块：将取回的数据转化为曲线显示出来，并将每次读取的数据保存到一个文本文件中。



图 4-37 监测网络通信线路图

- (2) 监测网络通信线路，接收 Trap 消息程序功能模块图如图 4-37 所示，它可分为三个模块来处理。

A、设备扫描模块：本模块对系统指定设备进行探测，取回设备中目前的网络端口和帧中继 PVC 的相关信息，显示在一个列表空间中，供用户选择要监视的端口。为了方便在程序中获取有用信息的操作和处理，单独写一个类，该类可

以完成大部分的 SNMP 操作。同时，利用两个字符串数组来保存信息，一个数组保存 OID 信息，一个保存对应的值（字符串形式）。在该类中对保存的信息进行初步的加工处理，以获得适合程序使用的信息格式。

B、监听 Trap 消息模块：通过 SNMP++中提供的 API 函数，监听本地的 162 端口，如果有被监控机器发来的 Trap 消息即可收到。

C、Trap 接收与处理模块：监听模块中如果收到 Trap 消息，立刻调用处理模块解析 Trap 类型，并通知用户，完成报警功能，也可以生成日志文件。

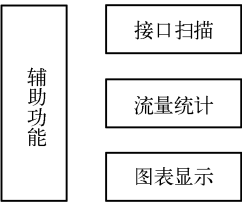


图 4-38 IP 数据流量统计功能模块图

(3) 基于地址的 IP 数据流量统计功能模块图如图 4-38 所示，它分为三个模块来处理。

A、接口扫描模块：无论是基于 MAC 还是 IP 地址的流量统计，必须是限定在某一特定网络接口的 IP 数据。因此，首先要选择发生流量的设备网络接口。用户输入设备的 IP 地址和共同体字符串后，单击“确定”按钮，程序开始探测设备中的所有网络接口。扫描结果列表显示，用户从中选择一个接口进行流量统计。

B、流量统计模块：要获取基于 MAC 地址的流量统计数据，只需简单地将相应列表中的对象 cipMacSwitchedBytes 的所有实例取回处理即可。要获得基于 IP 地址的流量统计数据，相对麻烦一些，基本操作步骤如下：

- ① 读取标量对象 actCheckPoint 的值。
- ② 如果成功，假设 actCheckPoint 的值是 1，紧接着设置 actCheckPoint 的值为刚才读到的 1。

③ 判断设置操作是否成功。如果成功，则 actCheckPoint 的值增 1，再次读取 actCheckPoint；如果值为原来的值 1+1=2，则说明已经成功设置了 actCheckPoint 的值。

完成上面的步骤后，Active 数据库中的数据已经被复制到 Checkpointed 数据库中，本例就可以从 Checkpointed 数据库中获得想要的数据库了。

基于 MAC 地址流量的统计数据是累加的，每次读取操作不影响 SNMP 变量的值。对基于 IP 地址的流量统计数据，Active 数据库中的数据被复制到 Checkpointed 数据库之后，Active 数据库中的数据清 0，重新开始计数，因此如果两次操作时间间隔不够长，后一次得到的数据量会很少。

C、图表显示模块：上一模块得到的数据的输出方式有两种：一种是以文本方式输出，另一种是以图表方式显示。所以图表显示模块的主要工作是编写显示图表的类，以图表方式显示数据。

3. 开发环境

在 Windows 环境下进行 SNMP 编程，可以使用 WinSNMP API 函数，这些函数可实现基本的 SNMP 功能，但直接使用 WinSNMP API 函数很复杂，幸运地是可以使用第三方开源的开发包，如 UCD SNMP，PowerTCP，SNMP4j 和 SNMP++等，使用这些开发包可以简化开发工作。

SNMP++是一个用 C++语言编写的类库，出自 HP 公司，目前的版本支持 SNMPv3 编

程。主要特点是免费开源，可以在 <http://www.agentpp.com> 直接下载最新版本。SNMP++有如下优点：

- ① 内存管理优势。SNMP++类负责创建和销毁一个对象，负责申请和回收内存，程序员不必担心由于 SNMP++而引起的内存泄漏问题。
- ② 可移植性强。SNMP++中所有类都是用可移植性强的 C++代码编写的，因此使用 SNMP++软件包编写的网络管理软件具有很好的可移植性。
- ③ 提供超时和重传机制。SNMP++在 Target 类中提供超时和重传服务，程序员只需要设置参数就可以实现超时和重传功能，而不必费力编写超时和重传代码。
- ④ 阻塞模式和非阻塞模式下的网络请求。SNMP++提供两种模式的网络请求：阻塞模式和非阻塞模式。
- ⑤ 支持 Trap 的发送和接收。使用 SNMP++，可以很方便地实现 Trap 的发送和接收功能，并且可以调整发送和接收时的 UDP 端口。

图 4-39 是 SNMP++在系统中的地位。

如果开发者对 C++不熟悉，可以用 SNMP4j 开发包，它完全用 Java 语言编写。使用方法和 SNMP++开发包类似，这里就不详细说明了。

建议开发环境：WindowsXP+VC6.0+SNMP++。

将下载的 SNMP++软件包在 VC6.0 下编译成静态库，直接导入工程就可以使用。

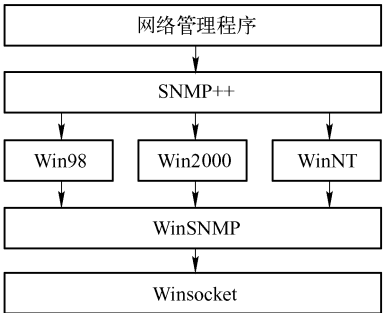


图 4-39 SNMP++在系统中的地位

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、首先要明确几个概念：SNMP 协议、管理信息库 MIB、最小传送数据单元 PDU、SNMP 变量的对象标识 OID 以及它们之间的关系。

B、掌握 SNMP 协议的数据包结构和基本 SNMP 操作（如 Get，Getnext，Trap 等）。

C、SNMP 的操作步骤如图 4-40 所示。代理、路由器、管理工作站、交换机关系如图 4-41 所示。

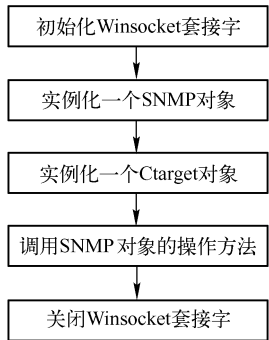


图 4-40 SNMP 操作步骤

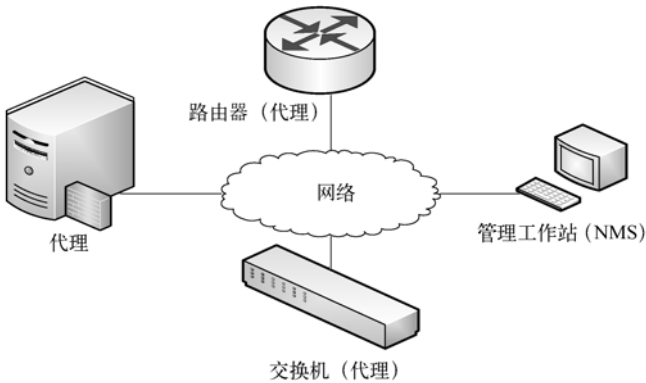


图 4-41 代理、路由器、管理工作站、交换机关系图

D、对经过 SNMP 操作后获得的信息进行后期处理，如图表显示、统计分析、Trap 分析等，使用户清楚地知道网络中的事件和应该采取的处理方法。

(2) 相关知识点（见表 4-20）

表 4-20 SNMP 数据采集与分析软件项目开发相关知识点

基本知识和知识要素	知 识 点
SNMP	称为简单网络管理协议，一种通信协议，基于管理工作站/代理模式，代理是运行在网络设备上的进程，由管理工作站访问
SNMP 5 种基本操作	每一种操作都对应一个协议数据单元的定义： get （获取制定管理信息的操作）， get-next （获取 MIB 中按字典序紧邻指定管理信息的下一个管理信息的操作）， set （设置指定管理信息的操作）， get-response （前三种操作的应答消息）， trap （代理向管理工作站发送报告事件的消息）
MIB	<div>在 SNMP 中，MIB 是十分重要的角色。MIB-II 是目前最常用的标准，所有支持 SNMP 的设备都必须实现 MIB-II，MIB 文件结构如右图。</div> <div>MIB 是一种标准的描述文档，或者说，是一个 ASN.1 数据类型定义集合</div> <div><div>ASN.1模块体</div><div>引用类型部分</div><div>辅助定义部分</div><div>定义被管理对象/Trap部分</div></div>
被管理对象	MIB 中的被管理对象分为标量对象、列对象和聚合对象。不同的对象有不同的特点，访问方式也不相同
SNMPv1, SNMPv2, SNMPv3	1990 年 5 月，SNMP 第一个版本 SNMPv1 发布，但它有明显的缺点，如安全问题。近几年陆续发布 SNMPv2，SNMPv3 等版本，SNMPv3 重点解决了安全问题，数据传输过程是经过加密的。但它们的基本操作相同，本实验只实现 SNMPv1
SMI	SMI 是规范如何书写 MIB 的标准，SMI，MIB，SNMP 是简单网络协议的主要内容。弄清它们的功能、作用和相互之间的关系，对学习简单网络管理协议十分重要
ASN.1 抽象语法标记基础	<div>ASN.1 是一种数据定义语言，用来定义通信协议单元和一种称为“抽象语法”的数据类型。它定义了一些标准数据格式，每种数据格式有对应的编码格式以方便传输。SNMP 使用它：</div> <div>(1) 在 MIB 中描述被管理对象。</div> <div>(2) 定义管理工作站与 SNMP 代理之间的通信协议数据单元。</div> <div>MIB 本身就是一个 ASN.1 模块；SMI 在模块（RFC1155-SMI）中定义允许 MIB 使用的数据类型</div>
SNMP 报文格式	<div><div><div>Version</div><div>community</div><div>PDU</div></div></div> <div>PDU 是数据传输单元，不同的 PDU 构成了不同的 SNMP 报文</div>
PDU	<div>它是 SNMP 数据传输的最小单元，各种不同的 PDU 格式如下图：</div> <div>GetRequest, GetNextRequest, SetRequest, GetResponse PDU</div> <div><div><div>Request-id</div><div>Error-status</div><div>Error-index</div><div>variablebindings</div></div></div> <div>Trap PDU</div> <div><div><div>enterprise</div><div>agentaddress</div><div>generic-trap</div><div>specific-trap</div><div>timestamp</div><div>VB</div></div></div> <div>VB（变量绑定）</div> <div><div><div>name 1</div><div>value 1</div><div>...</div><div>name n</div><div>value n</div></div></div>

基本知识和知识要素	知 识 点									
Windows 下 SNMP 编程	<p>开发基于 SNMP 的网络管理程序和开发其他的 C/S 程序没有本质区别，如果程序不准备处理陷阱，那么网络管理程序就是一个普通的客户端程序，开发的主要工作有两点：</p> <p>（1）构造正确的 PDU，组成 SNMP 报文。</p> <p>（2）对发送（接收）的 SNMP 报文进行 BER 编码（解码）。</p> <p>经 BER 编码处理后的 SNMP 报文，提交给 UDP，同时设定服务器端（SNMP 代理）IP 地址和端口号 161 就可以了，接收到应答包后，再对 SNMP 报文进行解码处理和分析。</p> <p>无论是用 WinSNMP API 还是第三方开发工具（如 SNMP++，SNMP4j 等），主要都是完成上面两项工作，只是使用方便程度不同而已</p>									
UDP 报文格式	<p>UDP 报文格式如下：</p> <table><tr><td>源端口</td><td>目的端口 161</td><td>数据长度</td><td>校验和</td><td>SNMP报文 BER编码</td></tr></table>					源端口	目的端口 161	数据长度	校验和	SNMP报文 BER编码
源端口	目的端口 161	数据长度	校验和	SNMP报文 BER编码						
SNMP 变量	<p>SNMP 变量是运行期间 SNMP 代理维护的被管理对象的实例。网络管理程序通过查询 SNMP 变量的值，获知被管理设备的网络运行状态；SNMP 代理中有哪些 SNMP 变量，是由代理所实现的 MIB 决定的。MIB 中的标量对象只能有一个实例，因此一个标量对象在代理中只产生一个 SNMP 变量。列对象的情况要相对复杂些，虽然列对象可以有多个对象实例，但在运行期间，同一个表中列对象的实例数是相等的。由 MIB 中表产生的 SNMP 变量数要根据实际情况决定</p>									
点到点线路	<p>点到点线路是目前使用较多的一种广域网技术。它具有线路专用、速率稳定等优点，缺点是租用费高。目前，DDN，SDH，HDSL 等属于这类专线，拨号技术（PSTN，ISDN）链路一旦建立，也属于这类技术</p>									
帧中继线路	<p>帧中继是一种交换技术，这类线路的一个重要特点是多路复用。一条物理线路上可以有 multiple 逻辑通道（对帧中继而言就是 PVC），有时候一条 PVC 不可用时，它所在的物理端口状态仍然是 up。因此对帧中继而言，不仅要监视接口状态的变化，还要关心 PVC 状态的改变</p>									
交换机	<p>交换机工作在数据链路层，用于同一网络中主机之间的数据帧转发。交换机根据数据帧中的目的物理地址来转发包，不需要像路由器那样要重新构造新的数据包，因此交换机转发数据要比路由器快得多。当网络繁忙时，需要交换机转发的数据帧过多，不仅交换机的 CPU 使用率过高，而且可用 I/O 内存严重不足，大量数据帧被丢弃，引起网络性能急剧下降。因此 CPU 利用率和 I/O 可用内存是监测交换机性能的重要参数</p>									
路由器	<p>路由器工作在网络层，在不同的网络之间转发数据包。一般情况下，它的负载程度可以从它的 CPU、内存使用率判断出来。思科中低档路由器一般只有一个 CPU 来负责转发数据包、查找路由表以及处理动态路由协议等。为了提高性能，板卡化的高档路由器由几个 CPU 分别负担这些工作。CPU 使用率直接反映路由器的负载情况，大量数据包到达并等待处理时，会导致 CPU 使用率居高不下。无论哪种情况导致的 CPU 使用率升高，都必然导致网络性能的下降</p>									
思科路由器的两种流量统计方法	<p>一是基于一个特定的 MAC 地址，统计发往和从该地址接收的 IP 数据流量；二是基于源、目的 IP 地址，统计从源地址到目的地址的 IP 数据流量。这两种方法，都只是统计使用 IP 协议的数据流量，基于其他协议的数据，如 IPX，ARP 协议产生的数据，不在统计范围</p>									
基于 MAC 地址的流量统计	<p>在一个 LAN 网络接口上，根据配置指令，路由器统计发往和来自某一特定 MAC 地址的 IP 包和字节数，并提供最后一个收、发送数据包的时间</p>									
基于 IP 地址的流量统计	<p>基于 IP 地址的流量统计，则是路由器根据源和目的 IP 地址，统计所有从该接口出去的数据包。根据得到的这些数据，就可以知道流量是来自哪些源设备，又是到达哪些目的设备的</p>									
基本的 Trap 类型	<p>本实验用到的 SNMPv1 版本中定义的基本 Trap 类型有：Linkdown Trap，Linkup Trap，Warmstart Trap，Coldstart Trap 等，用户也可以自己定义一些 Trap，如 CPU 使用率过高、内存不足、网络流量过大等</p>									

2. 相关提示

(1) 首先要在代理（被管理机器）上启动 Windows 的 SNMP 服务，并配置接收 Trap 的目标机器是管理工作站的 IP，设定共同体名称为 public。

(2) 开发 SNMP 网络管理软件，需先下载一个 MIB 浏览器，可以在 <http://www.ireasoning.com/> 上下载最新的 iReasoning MIB Browser 试用版，用于查看标准 MIB-II 中定义的节点的 OID 值和 Value，方便编程。图 4-42 是 iReasoning MIB Browser 主界面。在图 4-42 的左边是 MIB Tree，用户可以加载自己的 MIB，右边是 Name/OID 值和 Value。

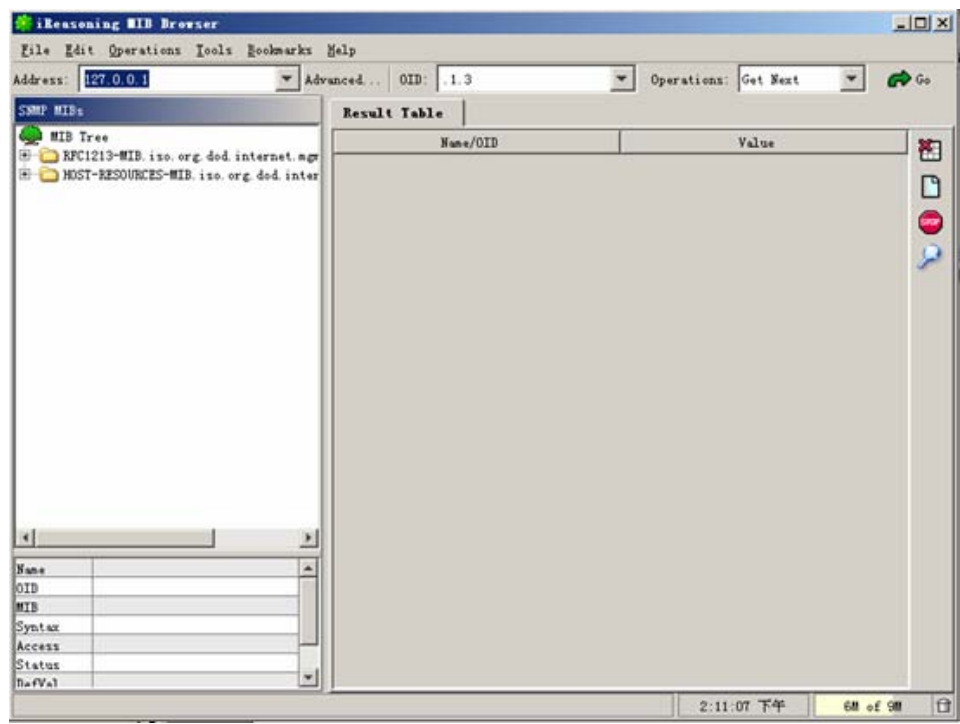


图 4-42 iReasoning MIB Browser 主界面

(3) 在监控网络设备性能（CPU、内存等）的实验中，需要安装第三方免费开源工具 SNMP Informant。这样，直接将查询 SNMP 变量绑定 OID 是 1.3.6.1.4.1.9.2.1.56.0 时，返回值就是想要获得的 CPU 利用率；绑定 OID 是 1.3.6.1.4.1.9600.1.1.2.2.0 时，返回值是想要获得的可用内存大小（单位 KB）。

(4) 在接收 Trap 的程序中，可以创建一个新的线程专门用来监听 Trap，监听 UDP 端口 162。启动新线程函数 WorkerThreadProc()接收 Trap，其代码如下：

```
UINT WorkerThreadProc(LPVOID Param)
{
    Oid linkUp("1.3.6.1.6.3.1.1.5.4");
    Oid linkDown("1.3.6.1.6.3.1.1.5.3");
    CTrapView *pCV;
```

```

pCV=(CTrapView *)Param; //将指针类型转换为 CTrapView *类型指针;
int trap_port;
trap_port =162; //指定监听端口号;
int status;
Snmplib::socket_startup();
Snmplib snmp( status, 0); //创建 Snmp 对象;
if ( status != SNMP_CLASS_SUCCESS)
{
    AfxMessageBox("出现错误!");
    return TRUE;
}
OidCollection oidc;
TargetCollection targetc; //创建过滤 Trap 的对象;
CNotifyEventQueue::set_listen_port(trap_port); //设置端口号;
status=snmp.notify_register(oidc, targetc,callme,Param);
//注册过滤条件, 回调函数, 并将 Param, 也就是指向 CTrapView
//对象的 this 指针, 传递给回调函数, 以方便在回调函数中访问
//处理 CTrapView 对象中的成员变量
if (status != SNMP_CLASS_SUCCESS)
{
    AfxMessageBox("出现错误!");
    return TRUE;
}
while (pCV->Recive)
//进入 SNMPLibProcessEvents()函数, 等待 Trap 触发调用函数
snmp.eventListHolder->SNMPLibProcessEvents();
Snmplib::socket_cleanup();
AfxMessageBox("停止监视线路!");
return TRUE;
}

```

(5) 在开发基于 IP 地址的数据流量统计软件中, 可以采用如下方法: 提供两个相关的 MIB, 分别是 CISCO-IP-STAT-MIB 和 OLD-CISCO-IP-MIB。分别定义与 MAC 地址流量统计有关的被管理对象和与 IP 地址流量统计有关的被管理对象。所以在基于 MAC 地址的流量统计软件中可以查看表 cipMacTable 中的 OID 值, 取回后计算相关的流量。基于 IP 地址的统计数据流量的被管理对象被定义在 OLD-CISCO-IP-MIB 中, 其中表 lipCkAccountingTable 中三个列对象 ckactSrc, ckactDst 和 ckactPkts 分别是被统计 IP 数据包的源、目的 IP 地址和统计数据的字节数, 表的索引就是 ckactSrc 和 ckactDst。

3. 参考规范

doxygen 写注释规范。

4. 参考资料

(1) <http://www.agentpp.com/>。

(2) 武孟军, 任相臣. Visual C++开发基于 SNMP 的网络管理软件 (第 1 章 SNMP 概

述；第 4 章 简单网络管理协议；第 10 章 测量广域网线路数据流量；第 14 章 基于地址的 IP 数据流量统计）。北京：人民邮电出版社，2009。

(3) SNMP++帮助文档. 电子版下载：<http://xiazaile.appspot.com>。

(4) SNMP4j 帮助文档. 电子版下载：<http://xiazaile.appspot.com>。

5. 效果图（如图 4-43 至图 4-45 所示）

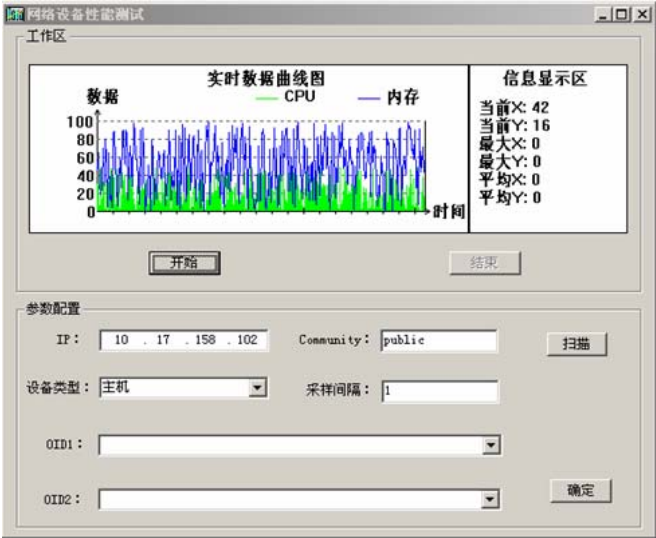


图 4-43 网络设备性能测试

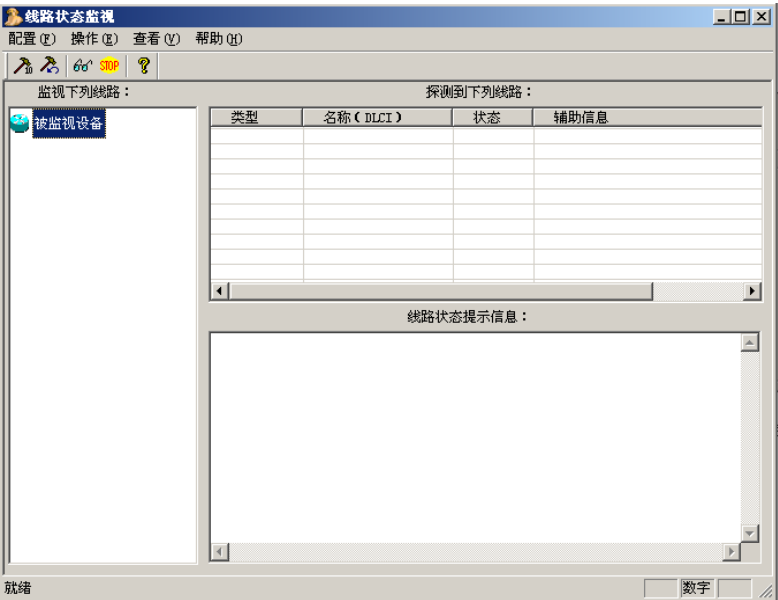


图 4-44 线路状态监视

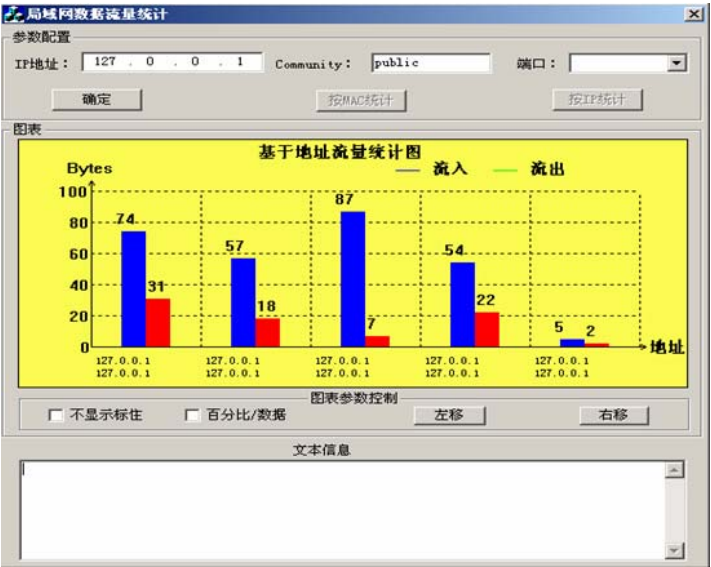


图 4-45 局域网数据流量统计

四、进度安排（见表 4-21）

表 4-21 SNMP 数据采集与分析软件项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第一周	熟悉基本概念，理解 SNMP 中几个关键的核心概念	掌握 SNMP 核心概念，知道 SNMP 协议数据包的基本结构，并且熟悉相关的概念和 SNMP 基本操作
第二周	设计程序的基本结构、功能模块、画出流程图和功能模块图	画出程序的功能模块图和流程图，明确要完成功能的每一个模块，写出详细设计
第三周	配置网络实验环境，编写代码调试	配置网络环境，如 SNMP 服务的安装，第三方软件的安装，交换机、路由器 SNMP 服务的启动。编写程序并进行调试
第四周	测试程序，写实验报告	完成最后的程序测试，写出实验报告和总结

4.4 数据库技术专题

4.4.1 数据库移植

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级小学期或四年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	MySQL（5.0 以上版本）数据库，PowerDesigner 工具

一、实训目的

通过本实训，提高学生应用所学的数据库知识，解决数据库应用中的实际问题的能力。

- (1) 掌握有关数据库的基础知识。
- (2) 掌握 PowerDesigner 基本用法。
- (3) 掌握 MySQL 数据库的安装及使用。
- (4) 掌握 SQL 语句的语法及使用。
- (5) 掌握数据库的设计与优化。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

(1) 使用 Sybase 公司开发的 PowerDesigner 数据库设计软件，对 Access 示例中的罗斯文数据库建立概念模型和物理模型。

(2) 通过数据库模型生成 MySQL 罗斯文数据库的 SQL 脚本。

(3) 将 Access 示例中的罗斯文数据库的所有表中数据导入 MySQL 罗斯文数据库表中。

(4) 编写 SQL 脚本对 MySQL 的罗斯文数据库数据进行操作。

A、在“产品”表中插入一条记录。

B、在“产品”表中以“产品 ID”为条件查询、修改、删除记录。

C、查询当前产品列表，查询结果包括：产品 ID、产品名称。

D、从“雇员”表中查询所有张姓雇员的信息，查询结果包括：雇员 ID、姓氏、名字、职务、电话。

E、查询每笔订单小计金额，查询结果包括：订单 ID、小计。

F、查询高于平均价格的产品。

G、查询 10 种最贵的产品，查询结果包括：产品名称、单价。

H、查询 1997 年度所有订单信息，查询结果包括：订单 ID、客户 ID、订购季度。

I、查询各类产品信息，查询结果包括：类别名称、产品名称、单位数量、库存量。

J、查询每类产品中最贵的产品，查询结果包括：类别名称、产品名称、单价。

K、查询订单信息，查询结果包括：订单 ID、客户名称、雇员、订购日期、发货日期、到货日期、运货商。

L、查询订单详细信息，查询结果包括：订单 ID、产品名称、单价、数量、折扣、总价。

M、查询发货单，查询结果包括：货主名称、货主地址、货主城市、货主地区、货主邮政编码、货主国家、客户 ID、客户名称、客户地址、客户城市、客户地区、客户邮政编码、客户国家、销售人、订单 ID、订购日期、到货日期、发货日期、运货商、产品名称、单价、数量、折扣、总价、运货费。

N、查询各城市的客户和供应商，查询结果包括：城市、公司名称、联系人姓名、关系。

O、查询各类产品销售额，查询结果包括：类别名称、产品名称、产品销售额。

P、查询 1996 年度产品销售额，查询结果包括：类别名称、产品名称、产品销售额、

发货季度。

Q、查询 1996 年度各类别销售总额，查询结果包括：类别名称、产品销售总额。

R、查询各年度的季度总销售额，查询结果包括：年度、发货季度、销售总额。

S、查询各产品的季度订单，查询结果包括：产品名称、客户名称、订购年份、第 1 季度销售额、第 2 季度销售额、第 3 季度销售额、第 4 季度销售额。

T、查询 1996 年度客户季度销售额，查询结果包括：客户 ID、公司名称、产品名称、第 1 季度销售额、第 2 季度销售额、第 3 季度销售额、第 4 季度销售额。

U、查询客户订单，查询结果包括：公司名称、订单 ID、订购日期、到货日期、发货日期、产品名称、单价、数量、折扣、总价。

V、查询所有产品 1 月份的销量。

2. 设计要求

- (1) 必须使用 PowerDesigner 软件进行数据库设计。
- (2) 先建立数据库概念模型，然后生成数据库物理模型。
- (3) 不能自行增加和减少数据库表字段。
- (4) 数据库 SQL 脚本代码中数据库字段名不能使用中文。
- (5) 在.sql 文件中编写 SQL 代码，然后在数据库中运行脚本文件。

3. 开发环境

操作系统：Windows。
设计工具：PowerDesigner。
数据库：MySQL 5.0。

三、项目指导

1. 相关知识点

- (1) 开发流程
 - A、安装 PowerDesigner 和 MySQL 数据库。
 - B、学习 Access 示例中的罗斯文数据库。
 - C、使用 PowerDesigner 设计罗斯文数据库的概念模型。
 - D、生成物理模型并细化设计。
 - E、生成 SQL 脚本，在 MySQL 中创建罗斯文数据库。
 - F、根据需求，编写数据库 SQL 脚本。
- (2) 相关知识点（见表 4-22）

表 4-22 数据库移植项目开发相关知识

基本知识和知识要素		知 识 点
数据库原理	数据库系统结构	模式、内模式、外模式
	关系数据库	关系数据结构、实体完整性、参照完整性、用户自定义完整性、笛卡儿积、关系运算
	数据库标准语言 SQL	表/索引/视图的定义/删除/修改、单表查询、联合查询、嵌套查询、集合查询、数据的插入/修改/删除

基本知识和知识要素		知 识 点
数据库原理	数据库规范	函数依赖、范式
	数据库设计	DFD、数据字典、概念模型、E-R 图、物理模型、关系模式
	数据库维护	数据库的恢复、数据库的安全、数据库并发机制
MySQL 数据库	MySQL 操作	MySQL 安装/卸载、MySQL 服务启动/关闭、MySQL 相关命令
	SQL 语言	SELECT，WHERE，LIKE，GROUP BY，IN，NOT，ORDER BY，INNER JOIN，OUTER JOIN，LEFT JOIN，RIGHT JOIN，UNION，INSERT，UPDATE，CURSOR
	MySQL 函数	文本处理函数、时间日期函数、汇总函数
PowerDesigner	基本用法	安装、创建概念模型，创建物理模型，生成 SQL 脚本
	概念模型	实体、实体类型、主标识符、次标识符、基本数据类型、域、联系（一对一、一对多、多对一、多对多、依赖、强制、递归）、继承
	物理模型	参照完整性、依赖、主键、列、数据完整性

2. 相关提示

(1) PowerDesigner 软件使用简单介绍

A、CDM 先将现实世界中的客观对象抽象为实体（Entity）和联系（Relationship），它并不依赖于具体的计算机系统或某个 DBMS 系统。建立 CDM 模型，如图 4-46 所示。

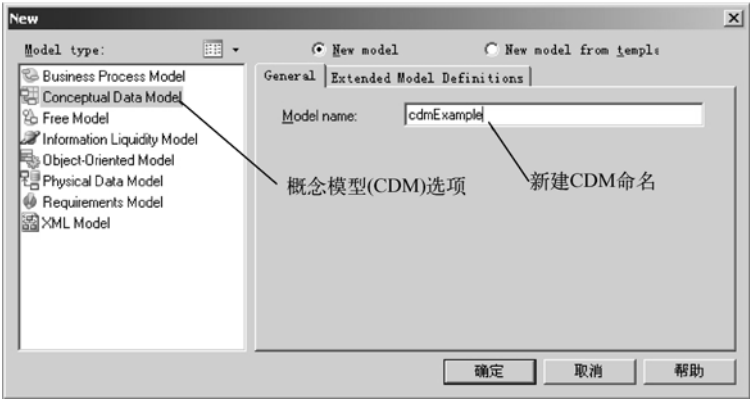


图 4-46 建立 CDM 模型

B、Palette 工具栏中常用图形有实体、关联、实体间联系、实体与关联、实体间继承，如图 4-47 所示。

C、使用 PowerDesigner 表示实体，下面设计中是一个“学生”实体，“学生”的属性包括“学号”、“姓名”、“性别”、“出生日期”，“班级”，如图 4-48 所示。

D、使用 PowerDesigner 添加实体的属性，如图 4-49 所示。

E、实体间有 4 种基本联系，它们是“一对一”、“一对多”、“多对一”、“多对多”。实体间还存在几种特殊联系，它们是“依赖”、“非依赖”、“递归”联系，如图 4-50 和图 4-51 所示。

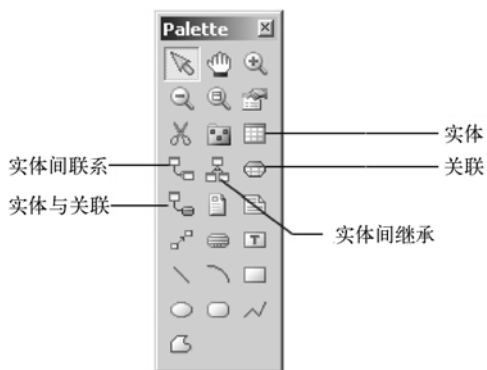


图 4-47 Palette 工具栏

学生						实体名
学号	<pi>	Number (10)			<M>	强制实体不为空
姓名	<ai>	Variable characters (8)			<M>	属性
性别		Characters (2)			<M>	类型
出生日期		Date			<M>	
班级		Variable characters (10)			<M>	
主标识	<pi>					主标识符
次标识	<ai>					次标识符

图 4-48 “学生”实体标识



图 4-49 添加“学生”属性

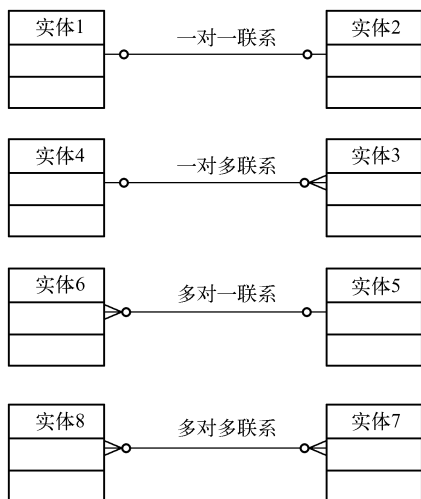


图 4-50 实体间的基本联系

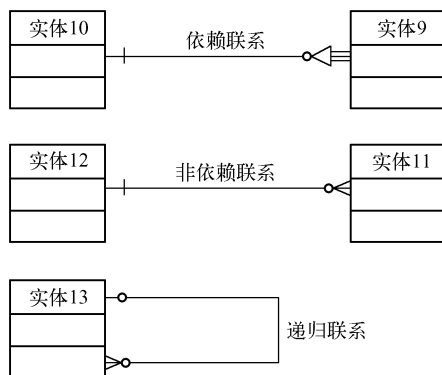


图 4-51 实体间的特殊联系

(2) 常用 SQL 语句格式

```
//创建数据库
CREATE DATABASE db_name

//删除数据库
DROP DATABASE [IF EXISTS] db_name

//创建表
CREATE TABLE t1 (year_col INT, some_data INT)

//修改表[列]
ALTER TABLE 表 {ALTER COLUMN 字段类型 }

//删除一个或多个表
DROP TABLE tbl_name [, tb2_name,...]

//删除符合条件的记录
DELETE FROM tbl_name WHERE 1>0;

//插入一条记录
INSERT INTO tbl_name VALUES(15,col1*2);

//选择查询语句
SELECT 列名 [INTO {OUTFILE | DUMPFILE}
    'file_name' export_options]
[FROM table_references JOIN 表名 ON 条件]
[WHERE where_definition]
[GROUP BY col_name,...]
[HAVING where_definition]
[ORDER BY {col_name} [ASC | DESC] ,... ]
[LIMIT [offset,] rows]
[PROCEDURE procedure_name] ]

//修改表中的值
UPDATE persondata SET age=age+1;
```

3. 参考资料

(1) 相关下载及帮助文档 <http://www.mysql.cn/>。

(2) 白尚旺. PowerDesigner 数据库建模技术 (第 5 章 建立概念数据模型; 第 6 章 完善概念数据模型; 第 8 章 生成物理数据模型; 第 11 章 检查物理数据模型生成数据库). 西安: 西安电子科技大学出版社, 1999。

4. 效果图 (如图 4-52 所示)

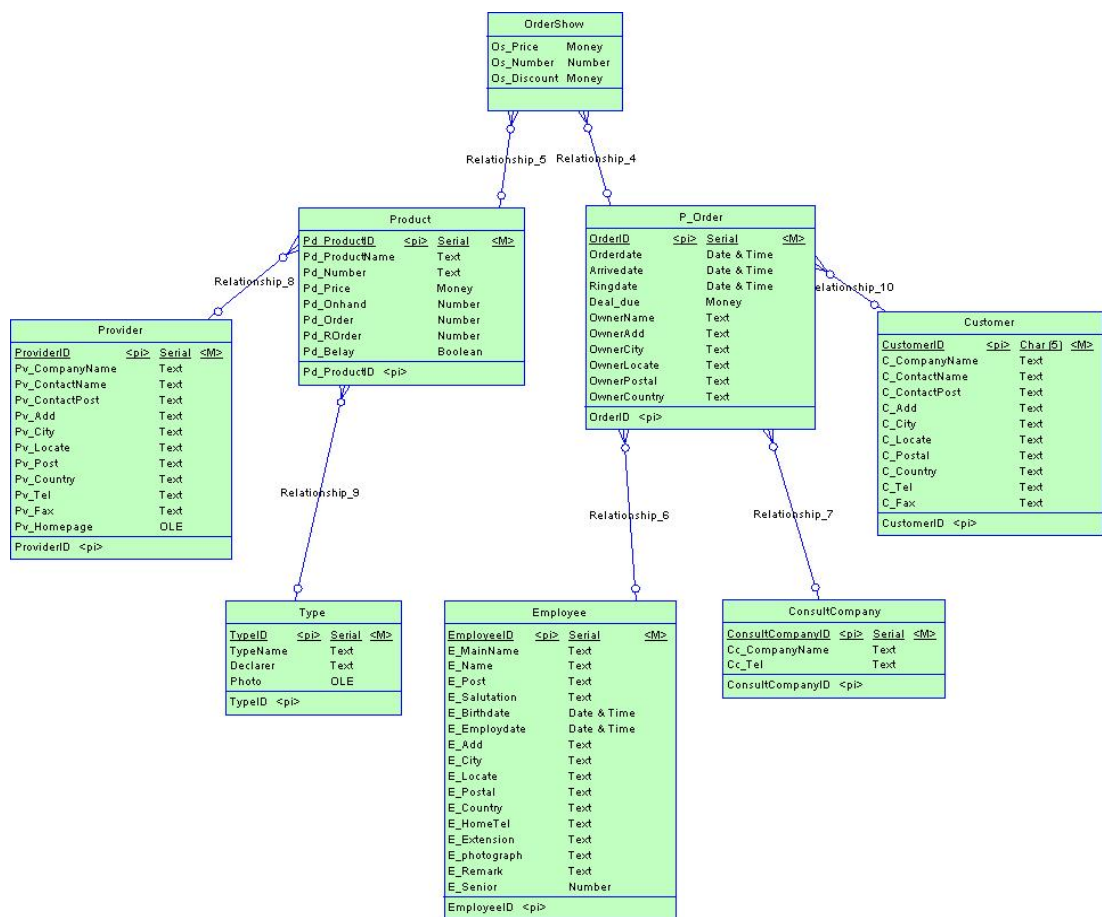


图 4-52 罗斯文数据库概念模型

四、进度安排（见表 4-23）

表 4-23 数据库移植项目开发进度表

时 间	进 度		目 标
第一周	1 天	安装 PowerDesigner 和 MySQL 数据库	完成两个软件安装，熟悉 PowerDesigner 基本操作，学习 MySQL 数据库的操作命令
	2 天	使用 PowerDesigner 建立罗斯文概念模型	学习 Access 数据库中的罗斯文数据库，完成罗斯文数据库的概念模型
	2 天	使用 PowerDesigner 建立罗斯文数据库物理模型，创建 SQL 脚本，在 MySQL 数据库中建立罗斯文数据库，导入 Access 中罗斯文数据库中的数据	生成物理模型，完善物理模型设计。完成数据库建立和罗斯文数据库数据的导入
第二周	4 天	编写 SQL 脚本程序	完成需求中 A~V 项的任务
	1 天	验机，项目总结	完成最后的程序测试，写出实验报告和总结

4.4.2 小型图书馆管理系统

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级小学期或四年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	3~4 周
预备知识	MySQL（5.0 以上版本）数据库，PowerDesigner，VB/VC/Java

一、实训目的

通过本实训，可提高学生应用所学的数据库知识，解决数据库应用中的实际问题的能力。

- (1) 掌握有关数据库的基础知识。
- (2) 掌握用 PowerDesigner 设计数据库模型。
- (3) 掌握 MySQL 数据库的安装及使用。
- (4) 掌握 SQL 语法及用法。
- (5) 了解 MySQL 管理工具。
- (6) 掌握数据库的设计与优化。
- (7) 了解数据库的连接方式。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

“小型图书馆管理系统”包括基础信息维护功能、读者信息管理功能、图书管理功能、图书流通管理功能、统计分析管理功能。

(1) 基础信息维护功能就是实现对图书馆信息、书架信息、管理员信息、系统参数、常用信息的管理功能，这些信息不经常更新和变化。

- A、图书馆信息包括：图书馆名称、馆长姓名、图书馆电话、地址、相关说明。
- B、书架信息包括：书架编号、书架名称。
- C、管理员信息包括：管理员姓名、登录系统的密码。
- D、系统参数包括：数据库名称、数据库地址。
- E、常用信息包括：国籍、省份等信息。

(2) 读者信息管理是实现读者的相关信息添加、修改、删除等功能。读者信息包括：读者编号、姓名、性别、出生日期、有效证件、证件号码、联系方式、登记日期、有效期至、图书借阅次数、是否挂失。

(3) 图书管理是实现图书相关信息的添加、修改、删除等功能。

- A、图书类型信息包括：类型编号、类型名称。
- B、出版社信息包括：出版社编号、ISBN、出版社名称。
- C、图书档案信息包括：图书编号、类型、书名、作者、译者、ISBN、出版社、价格、页码、书架名称、现存量、库存总数、入库时间、简介、借阅次数。

(4) 图书流通管理是对图书借阅、图书归还、图书丢失、图书罚款、过期图书注销的相关操作。

A、图书借阅信息包括：借阅编号、图书编号、读者编号、借阅时间、应还时间、操作员、借阅状态。操作借阅读书成功后，该书的库存量相应减少。

B、图书归还信息包括：归还编号、图书编号、读者编号、归还时间、操作员。操作图书归还成功后，该书的库存量相应增加。

C、图书丢失信息包括：丢失编号、图书编号、读者编号、赔偿金额、操作时间、操作员。如果图书丢失，该书的库存量相应减少。

D、图书罚款信息包括：罚款编号、图书编号、读者编号、罚款日期、应罚金额、实收金额、备注。当图书损毁或者丢失时需要读者进行罚款。

E、图书注销信息包括：注销编号、图书编号、注销数量、注销时间、操作员。图书注销成功后，读者将不能查阅到注销图书的相关信息。

(5) 统计分析管理是对图书馆读者及书籍借阅情况（排行）、图书丢失、图书库存数量的统计及查询。

2. 设计要求

(1) 根据需求画出系统数据流图。

(2) 根据数据流图设计数据字典。

(3) 使用 PowerDesigner 软件进行数据库设计。

(4) 先建立数据库概念模型，然后生成数据库物理模型。

(5) 数据库 SQL 脚本代码中数据库字段名不能使用中文。

(6) 在.sql 文件中编写 SQL 代码，然后在数据库中运行脚本文件。

(7) 使用编程语言实现系统功能。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

设计工具：PowerDesigner。

数据库：MySQL5.0, SQL Server。

开发语言：VB, VC, Java, Delphi, C#。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、安装 PowerDesigner 和 MySQL 数据库。

B、需求分析绘制数据流图。

C、根据数据流图设计数据字典。

D、使用 PowerDesigner 设计罗斯文数据库概念模型。

E、生成物理模型，细化设计。

F、生成 SQL 脚本，在 MySQL 中创建图书管理系统数据库。

G、使用编程语言实现图书管理系统功能。

(2) 相关知识点

参照 4.4.1 节数据库移植相关知识点。

2. 相关提示

(1) 数据库设计

A、通过数据流图确定数据库实体是数据库设计的关键步骤，“小型图书馆管理系统”数据库实体有：图书类型、书架、图书丢失、图书归还、图书信息、图书罚款、读者信息、图书注销、图书借阅、管理员、出版社、图书馆。

B、确定各实体间的关系。这里只显示数据库的物理模型（请按照开发步骤进行数据库设计），如图 4-53 所示。

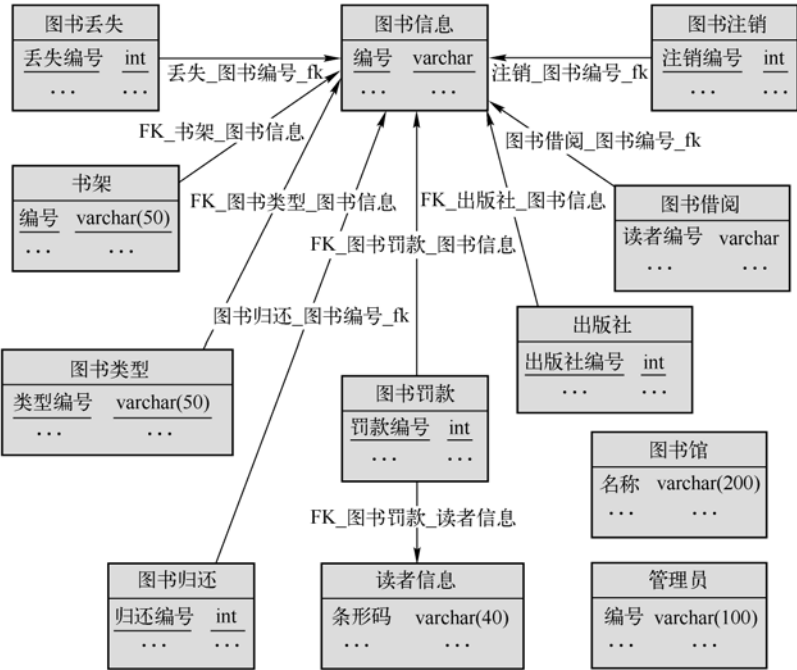


图 4-53 “小型图书馆管理系统”数据库物理模型

(2) 数据库连接

A、使用 VB 程序与 MySQL 数据库连接。首先，运行 VB 并新建标准 EXE 工程，通过菜单“工程->引用”打开“引用”对话框，找到 Microsoft ActiveX Data Objects x.x Library，其中 x.x 是版本号，如图 4-54 所示。

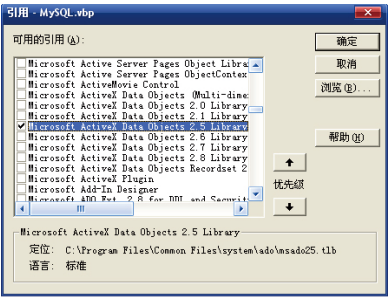


图 4-54 “引用”对话框

然后打开窗体代码，或者建立子过程，编写连接数据库的如下代码：

```
' 定义并创建数据库连接和访问对象
Dim conn As New ADODB.Connection
' 定义数据库连接字符串变量
Dim strconn As String
' 定义数据库连接参数变量，数据库地址、数据库用户、密码、数据库名
Dim db_host As String
Dim db_user As String
Dim db_pass As String
Dim db_data As String
' 初始化数据库连接变量
db_host = "localhost"
db_user = "yourUsername"
db_pass = "yourPassword"
db_data = "yourDatabase"
strconn = "DRIVER={MySQL ODBC 3.51 Driver};" & _
    "SERVER=" & db_host & ";" & _
    "DATABASE=" & db_data & ";" & _
    "UID=" & db_user & ";PWD=" & db_pass & ";" & _
    "OPTION=3; stmt=SET NAMES GB2312"
' 连接数据库
conn.Open strconn
```

B、使用 VC 程序连接 MySQL 数据库。首先需要下载 MySQL 的 ODBC 程序，可到 <http://dev.mysql.com/downloads/connector/odbc/3.51.html#win32> 下载。下载完毕进行安装与配置。我们会在“控制面板->管理工具->数据源->驱动程序”中看见安装好的 MySQL 驱动程序，如图 4-55 所示。

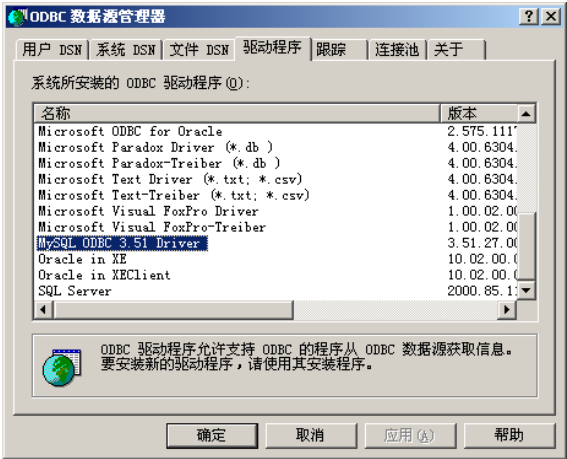


图 4-55 ODBC 数据源管理器——驱动程序标签

在“用户 DSN”标签中选择新的 ODBC 驱动程序，如图 4-56 所示，然后单击“添

加”按钮，弹出如图 4-57 所示的对话框。



图 4-56 ODBC 数据源管理器——用户 DSN 标签

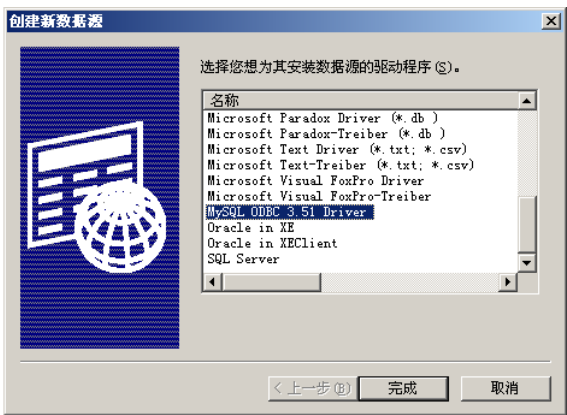


图 4-57 创建新数据源

在图 4-57 中，选择 MySQL ODBC 3.51 Driver 后单击“完成”按钮，弹出如图 4-58 所示对话框。

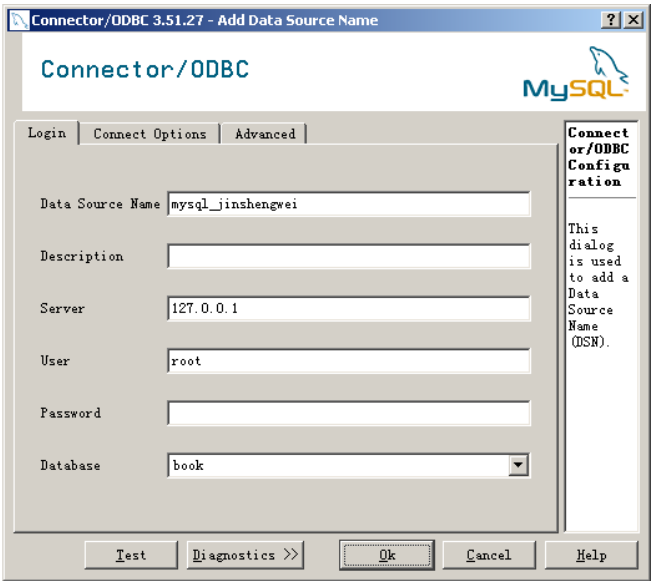


图 4-58 连接 ODBC

在对话框中填写数据源名称、服务器 IP、用户名、密码、数据库名，然后单击“Ok”按钮。这样我们已经建立好一个 MySQL 的 ODBC 数据源，它的名字是 mysql_jinshengwei。然后建立 VC 源文件，编写连接 MySQL 数据库的代码。

```
//声明 CDatabase 的对象
CDatabase db;
//建立数据源并打开
```



```
db.Open(
    NULL,FALSE,FALSE,"ODBC; DSN=mysql_jinshengwei; UID=root; PWD=");
```

C、使用 Java 程序连接 MySQL 数据库。首先要下载 MySQL5.0 的 JDBC 驱动程序，可到 <http://dev.mysql.com/downloads/connector/j/5.0.html> 下载。将含有驱动程序的 jar 文件添加到工程中的 lib 文件夹里，然后创建一个 Java 源文件，编写连接数据库的代码。

```
import java.sql.*;
//创建一个连接数据库的类
public class ConnDatabase {
    public static void main(String[] args)
    {
        try {
            Connection conn;
            //加载 Mysql 的 JDBC 驱动程序
            Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver").newInstance();
            //建立到 MySQL 的连接
            conn = DriverManager.getConnection(
                "jdbc:mysql://localhost:3306/test", "root", "");
        } catch (Exception ex) {
            System.out.println("Error : " + ex.toString());
        }
    }
}
```

3. 参考资料

(1) 郑阿奇. MySQL 实用教程. 北京: 电子工业出版社, 2009。

(2) 相关下载及帮助文档 <http://www.mysql.cn/>。

(3) 白尚旺. PowerDesigner 数据库建模技术 (第 5 章 建立概念数据模型; 第 6 章 完善概念数据模型; 第 8 章 生成物理数据模型; 第 11 章 检查物理数据模型生成数据库)。西安: 西安电子科技大学出版社, 1999。

4. 效果图 (见图 4-59 至图 4-61)



图 4-59 图书检索界面



图 4-60 图书管理界面



图 4-61 读者图书借阅界面

四、进度安排（见表 4-24）

表 4-24 小型图书馆管理系统项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第一周	需求分析，数据库设计	完成需求分析；完成数据流图绘制，完成数据字典定义；完成数据库概念、物理模型设计
第二周	创建数据库，系统功能界面设计，详细设计系统重点模块	完成 MySQL 数据库的安装，创建图书馆数据库；完成软件界面设计；完成图书管理、图书流通管理详细设计
第三周	代码实现	完成系统功能代码
第四周	代码实现、测试系统	全部完成系统功能代码；编写测试用例，完成软件测试

4.4.3 小型客房管理系统

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级小学期或四年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	3~4 周
预备知识	MySQL（5.0 以上版本）数据库，PowerDesigner，VB/VC/Java

一、实训目的

本实训，使学生提高应用所学的数据库知识，解决数据库应用中的实际问题的能力。

- (1) 掌握有关数据库的基础知识。
- (2) 掌握用 PowerDesigner 设计数据库模型。
- (3) 掌握 MySQL 数据库的安装及使用。
- (4) 掌握 SQL 语法及用法。
- (5) 了解 MySQL 管理工具。
- (6) 掌握数据库的设计与优化。
- (7) 了解有关数据库的连接方式。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

小型客房管理系统实现的主要功能有：会员管理、客房管理、客房预订管理、入住管理、结算管理、历史数据查询。

(1) 会员管理是对会员信息进行添加、修改、删除、查询。只有会员才能进行客房的预订、入住。会员信息包括：会员编号、会员姓名、性别、国籍、有效证件、证件号码、联系方式、注册日期。

(2) 客房管理是对客房类型、房价、楼层信息进行设置和修改。

A、客房类型信息包括：类型编号、类型名称、价格。

B、房价信息包括：折扣名、客房类别编码、打折后房价。

C、楼层信息包括：楼层编号、楼层名称。

D、客房信息包括：客房编号、类型编号、楼层编号、额定人数、床数、客房描述、状态。

(3) 客房预订管理要实现会员提前预订入住的客房。会员可以通过客房种类、价格、入住时间查看是否有空房间。如果会员预订客房，那么该客房的状态将变为“已预订”，“已预订”和“已入住”的客房是不能预订的，只有“未使用”的客房才能预订和入住。会员可以根据预订单号查找自己的预订单信息。客房预订信息包括：预订单号、会员编号、客房类型、抵店时间、离店时间、入住人数、客房编号、客房价格、入住价格、折扣、折扣原因、

预收款、预订人、联系电话、操作员。

(4) 入住管理是对预订客房会员和未预订客房会员进行入住登记。预订会员入住后，他的预订单将保存为历史预订单。入住信息包括：入住单号、预订单号、会员编号、客房类型、抵店时间、离店时间、单据状态、入住人数、客房价格、入住价格、折扣、折扣原因、预收款、预订人、联系电话、操作员、早餐服务、叫醒服务、应收账款、结账金额、结账日期、付款方式。

(5) 结算管理是对入住会员退房时进行结算。操作员根据入住单号或会员编号查找到会员的入住单，结算时生成结算账单。当会员结算完毕时，该会员的入住单保存为历史入住单。账单信息包括：入住单的所有信息和账单明细。账单明细包括：账单编号、入住单号、消费内容、消费金额、消费时间、备注。

(6) 历史数据查询是对会员历史预订单和入住单以及按时间段查找客房使用率的查找与统计。

2. 设计要求

- (1) 根据需求画出系统数据流图。
- (2) 根据数据流图设计数据字典。
- (3) 使用 PowerDesigner 软件进行数据库设计。
- (4) 先建立数据库概念模型，然后生成数据库物理模型。
- (5) 数据库 SQL 脚本代码中数据库字段名不能使用中文。
- (6) 在.sql 文件中编写 SQL 代码，然后在数据库中运行脚本文件。
- (7) 使用编程语言实现系统功能。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

设计工具：PowerDesigner。

数据库：MySQL5.0, SQL Server。

开发语言：VB, VC, Java, Delphi, C#。

三、项目指导

1. 相关知识点

- (1) 开发流程
 - A、安装 PowerDesigner 和 MySQL 数据库。
 - B、需求分析，绘制数据流图。
 - C、根据数据流图设计数据字典。
 - D、使用 PowerDesigner 设计罗斯文数据库概念模型。
 - E、生成物理模型，细化设计。
 - F、生成 SQL 脚本，在 MySQL 中创建小型客房管理系统数据库。
 - G、使用编程语言实现小型客房管理系统功能。
- (2) 相关知识点

参照 4.4.1 节数据库移植相关知识点。

2. 相关提示（数据库设计）

- （1）通过数据流图确定数据库实体。小型客房管理系统数据库实体有：会员、楼层、客房、客房类型、预订单、预订单历史、入住单、入住单历史、账单明细。
- （2）确定各实体间的关系。这里只显示数据库的物理模型（请按照开发步骤进行数据库设计），如图 4-62 所示。

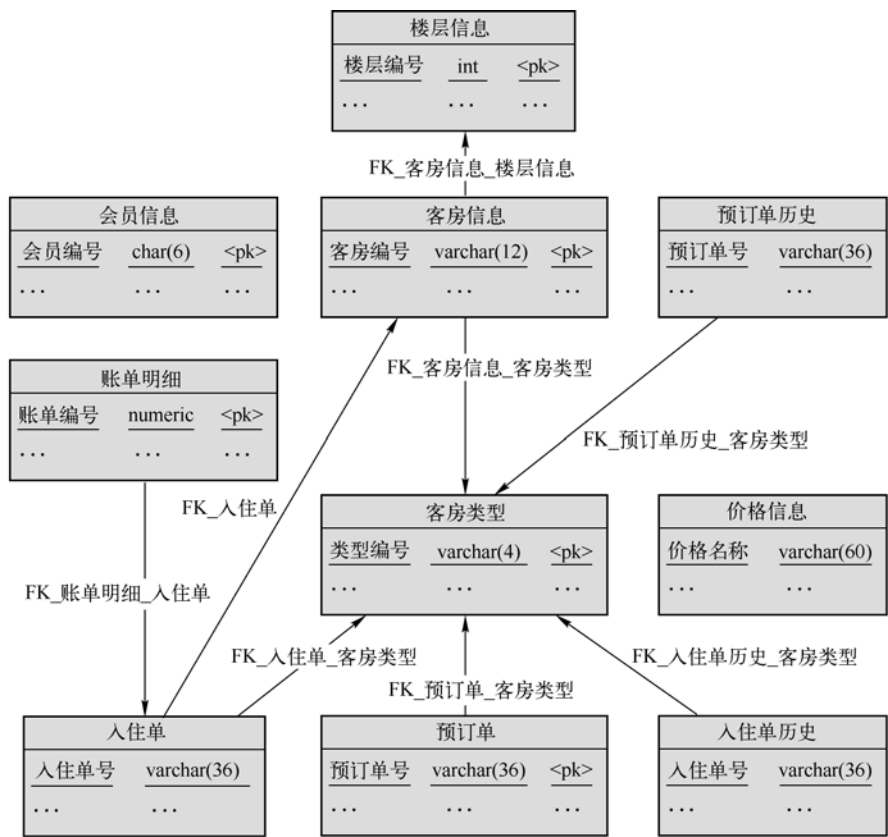


图 4-62 “小型客房管理系统” 数据库物理模型

3. 参考资料

- （1）相关下载及帮助文档 <http://www.mysql.cn/>。
- （2）白尚旺. PowerDesigner 数据库建模技术（第 5 章 建立概念数据模型；第 6 章 完善概念数据模型；第 8 章 生成物理数据模型；第 11 章 检查物理数据模型生成数据库）。西安：西安电子科技大学出版社，1999。

4. 效果图（见图 4-63 至图 4-64）

小型客房管理系统

会员管理客房管理客房预订客房入住入住结算历史数据

首记录上记录下记录未记录新增修改删除

查找

类型名称

类型编号

类型编号	类型名称	价格
1	普通房	200.00
2	标准房	240.00
3	套房	400.00

类型编号

2

类型名称

标准房

价格

240.00

图 4-63 客房类别管理

小型客房管理系统

会员管理客房管理客房预订客房入住入住结算历史数据

首记录上记录下记录未记录新增修改删除

查找

预订编号

预订人

预订时间

预订编号	客房类型	到店时间	离店时间	入住人数	客房编号	客房价格
1	2	2008-9-21	2008-9-21	2	0909	240.00
2	1	2008-9-22	2008-9-22	2	0809	200.00

预订单号

客房类型

到店时间

离店时间

联系电话

1

2

2008-9-21

2008-9-21

123456

客房价格

入住价格

折扣

折扣原因

入住人数

240

240

2

预收款

预订人

操作员

会员编号

jsw

90001

100001

图 4-64 客房预订管理

四、进度安排（见表 4-25）

表 4-25 小型客房管理系统项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第一周	需求分析，数据库设计	完成需求分析；完成数据流图绘制，完成数据字典定义；完成数据库概念、物理模型设计
第二周	创建数据库，系统功能界面设计，详细设计系统重点模块	完成 MySQL 数据库的安装，创建客房管理系统数据库；完成软件界面设计；完成系统详细设计
第三周	代码实现	完成系统功能代码
第四周	代码实现、测试系统	全部完成系统功能代码；编写测试用例，完成软件测试

4.4.4 小型餐饮管理系统

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级小学期或四年级学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	3~4 周
预备知识	MySQL（5.0 以上版本）数据库，PowerDesigner，VB/VC/Java

一、实训目的

通过本实训，使学生提高应用所学数据库知识，解决数据库应用中的实际问题的能力。

- (1) 掌握有关数据库的基础知识。
- (2) 掌握用 PowerDesigner 设计数据库模型。
- (3) 掌握 MySQL 数据库的安装及使用。
- (4) 掌握 SQL 语法及用法。
- (5) 了解 MySQL 管理工具。
- (6) 掌握数据库的设计与优化。
- (7) 了解有关数据库的连接方式。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

小型餐饮管理系统主要对酒菜、房间餐台进行完善的管理。系统应具备以下几部分：

- ① 基本营业信息包括：菜肴信息、房间信息、餐台信息、供应商信息、业务员信息等。
- ② 前台营业信息包括：房间预订、点菜、收银、进货。
- ③ 库存管理信息包括：各种原材料、酒水等。

本系统需要完成如下功能：

- (1) 基本营业信息的管理，包括菜肴信息、房间信息、供应商信息、业务员信息。
 - A、菜肴信息包括：菜肴编号、菜肴名称、生产地点、计量单位、菜肴类型、零售价格、生产厂家、更新日期。
 - B、菜肴类别信息包括：菜肴类别编号、类别名称。
 - C、房间信息包括：房间编号、房间类型、房间容纳人数。
 - D、房间类别信息包括：房间类别编号、类别名称。
 - E、供应商信息包括：供应商编号、供应商名称、地址、邮政编码、电话号码、电子邮件地址、税号、联系人、备注信息。
 - F、业务员信息包括：业务员账号、姓名、类型、密码、联系电话、联系地址、身份证

号、备注信息。

(2) 前台营业信息的管理，包括房间预订信息登记、修改，点菜、收银信息的登记、修改。

例如，房间预订信息包括：订单编号、操作员、顾客姓名、顾客联系电话、房间编号、预订日期、备注。

(3) 营业信息的分析。可以按照各种类别进行查询和统计，如客户类别、菜肴类别和营业员类别等。

(4) 库存信息的管理，主要是商品的盘点。

A、收银信息包括：入库单编号、商品名称、业务员、供应商、数量、单价、折扣比例、总金额、入库时间、备注信息。

B、库存信息包括：库存编号、商品名称、数量、修改时间、备注信息。

2. 设计要求

(1) 根据需求画出系统数据流图。

(2) 根据数据流图设计数据字典。

(3) 使用 PowerDesigner 软件进行数据库设计。

(4) 先建立数据库概念模型，然后生成数据库物理模型。

(5) 数据库 SQL 脚本代码中数据库字段名不能使用中文。

(6) 在.sql 文件中编写 SQL 代码，然后在数据库中运行脚本文件。

(7) 使用编程语言实现系统功能。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

设计工具：PowerDesigner。

数据库：MySQL5.0，SQL Server。

开发语言：VB，VC，Java，Delphi，C#。

三、项目指导

1. 相关知识点（开发流程）

A、安装 PowerDesigner 和 MySQL 数据库。

B、需求分析，绘制数据流图。

C、根据数据流图设计数据字典。

D、使用 PowerDesigner 设计罗斯文数据库概念模型。

E、生成物理模型，细化设计。

F、生成 SQL 脚本，在 MySQL 中创建小型餐饮管理系统数据库。

G、使用编程语言实现小型餐饮管理系统功能。

相关知识点参照 4.4.1 节数据库移植相关知识点。

2. 相关提示

(1) 系统功能模块设计（如图 4-65 所示）

(2) 数据库设计

A、根据数据流图，该系统数据库实体有业务员、房间类型、房间信息、菜肴类型、菜

肴信息、房间预订、供应商信息、入库信息、库存表。

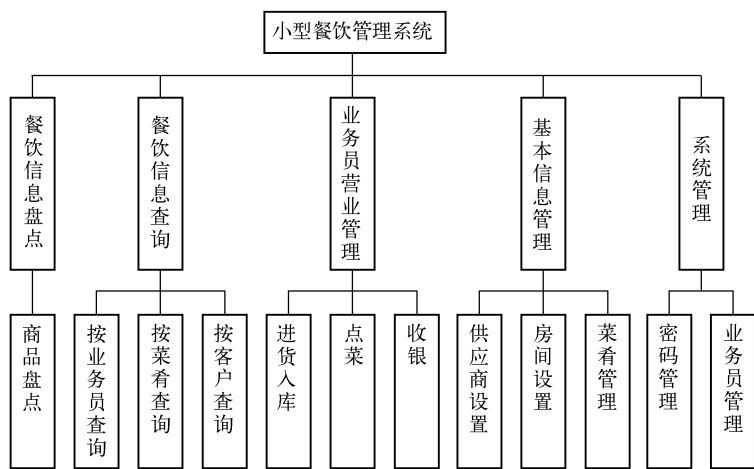


图 4-65 “小型餐饮管理系统” 功能模块设计

B、确定各实体间的关系。这里只显示数据库的物理模型（请按照开发步骤进行数据库设计），如图 4-66 所示。

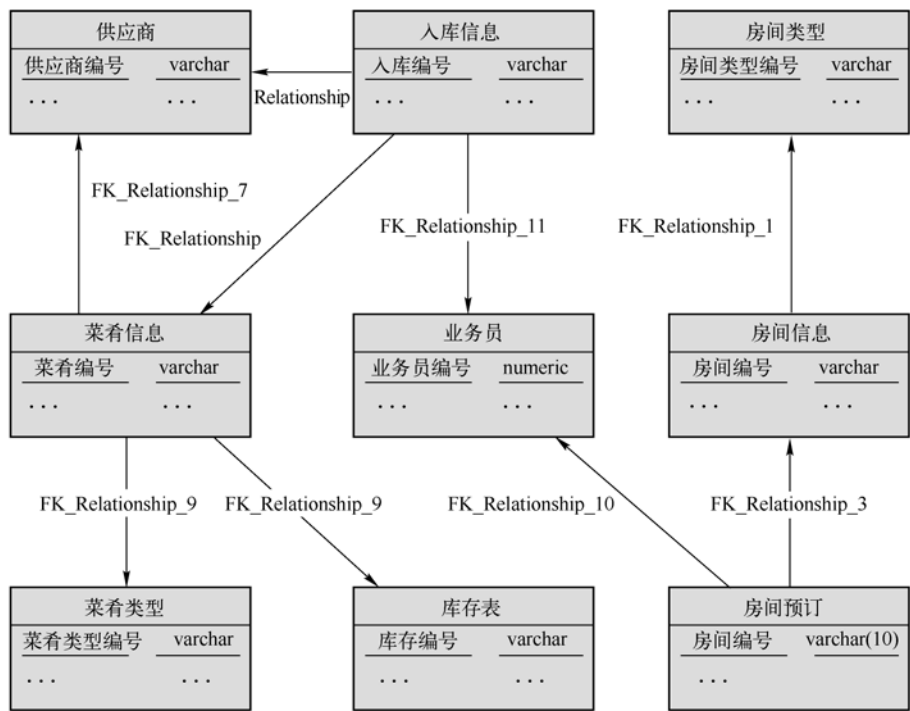


图 4-66 “小型餐饮管理系统” 数据库物理模型

3. 参考资料

(1) 郑阿奇. MySQL 实用教程.北京：电子工业出版社，2009。

(2) 相关下载及帮助文档 <http://www.mysql.cn/>。

(3) 白尚旺. PowerDesigner 数据库建模技术（第 5 章 建立概念数据模型；第 6 章 完善概念数据模型；第 8 章 生成物理数据模型；第 11 章 检查物理数据模型生成数据库）。西安：西安电子科技大学出版社，1999。

4. 效果图（如图 4-67 至图 4-69 所示）

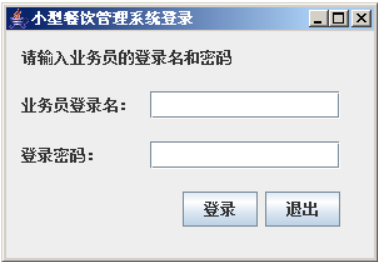


图 4-67 系统登录界面

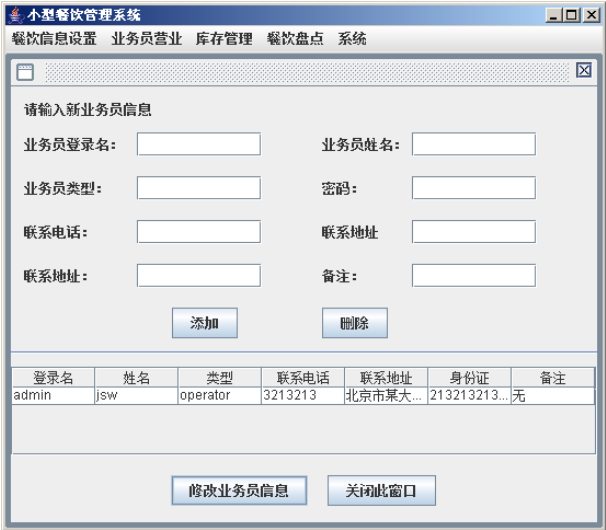


图 4-68 业务员信息管理界面



图 4-69 房间预订界面

四、进度安排（见表 4-26）

表 4-26 小型餐饮管理系统项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第一周	需求分析，数据库设计	完成需求分析；完成数据流图绘制，完成数据字典定义；完成数据库概念、物理模型设计
第二周	创建数据库，系统功能界面设计；详细设计系统重点模块	完成 MySQL 数据库的安装，创建餐饮管理系统关系数据库；完成软件界面设计；完成系统详细设计
第三周	代码实现	完成系统功能代码
第四周	代码实现、测试系统	全部完成系统功能代码；编写测试用例，完成软件测试

4.5 汇编语言专题

4.5.1 读/写磁盘文件

适用对象	二年级学生
开设学期	二年级下学期或二年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	1~2 周
预备知识	汇编语言

一、实训目的

通过实现一个读/写磁盘文件实验，使学生掌握汇编语言程序设计的基本方法，包括：

- （1）理解磁盘存取的基本概念。
- （2）掌握磁盘文件存取的编程实现方法。
- （3）培养汇编语言程序设计的编程规范。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

（1）要求可随机读取给定的文件，若输入文件中的相对记录号，则屏幕上显示出所要求的记录。如果文件有 10 个记录，那么合法的记录号为 01~10。从键盘输入的记录号是 ASCII 码形式，所以记录号应当是 1 位或 2 位数字，文件记录的长度是 16 字节。

（2）把输入的记录号转换为文件中的字节数。

例如，从键盘输入数字 12，AX 中得到 3132，AND 指令将它变为 0102，AAD 指令又将它转换为 000CH（12），SHL 使它再左移 4 位变成 00C0H（192），结果是，从文件 192 开始的 16 字节（一条记录）的内容被显示出来。

（3）打开文件取得文件代号，然后按照指定字节数从磁盘中把文件读出，送入内存中预先定义好的数据缓冲区。

- (4) 要能显示读取的记录。
- (5) 打开文件时要能保存文件代号。

2. 设计要求

- (1) 对需求进行分析，将功能进行分解。
- (2) 画出功能模块图。
- (3) 整个程序中不能只有主函数，必须按照功能模块图编写子程序。
- (4) 要能利用文件代号进行文件读取。

3. 开发环境

操作系统：DOS。
开发语言：汇编语言。
开发环境：Microsoft Assembler。

三、项目指导

1. 相关知识点

- (1) 开发流程
 - A、需求分析。将功能要求合理划分为功能模块。
 - B、概要设计。掌握相关磁盘文件读/写原理。
 - C、详细设计。设计并完善整个实验流程。
 - D、程序功能测试。减少程序 bug，提高程序质量。
- (2) 相关知识点（见表 4-27）

表 4-27 读/写磁盘项目开发相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点	
汇编语言	段的定义	segment_name segment data ends 明确段与段寄存器的关系 ASSUME register_name : segment_name ASSUME NOTHING 可以取消前面由 ASSUME 所指定的段寄存器	
	DOS 键盘中断 (INT 21H)	AH 功 能 1 从键盘输入一个字符并回显在屏幕上 6 读键盘字符，不回显 7 从键盘输入一个字符，不回显 8 从键盘输入一个字符，不回显 检测 Ctrl-Break A 输入字符到缓冲区 B 读键盘状态 C 清除键盘缓冲区， 并调用一种键盘功能	调用参数 返回参数 DL=0FFH 若有字符可取，AL=字符，ZF=0 若无字符可取，AL=0，ZF=1 DS:DX=缓冲区首址 AL=0FFH 有输入 AL=00 无输入 AL=键盘功能号 (1, 6, 7, 8 或 A)
	DOS 显示功能 调用中断 (INT 21H)	AH 功 能 2 显示一个字符(检测 Ctrl-Break) 6 显示一个字符(不检测 Ctrl-Break) 9 显示字符串	调用参数 DL = 字符，光标跟随字符移动 DL = 字符，光标跟随字符移动 DS:DX=串地址，串必须以\$结束， 光标跟随串移动

基本知识和知识要素		知 识 点	
汇编语言	BIOS 键盘中断 (INT 16H)	AH 功能 0 从键盘读一字符 1 读键盘缓冲区的字符 2 取键盘状态字节	返回参数 AL=字符码, AH=扫描码 如 ZF=0, AL=字符码, AH=扫描码 如 ZF=1, 缓冲区空 AL=键盘状态字节
	跳转指令	<ul style="list-style-type: none">● 判断单个标志位状态, 这组指令单独判断 5 个状态标志之一。<ul style="list-style-type: none">(1) JZ/JE 和 JNZ/JNE: 利用零标志 ZF, 判断结果是否为零 (或相等)。(2) JS 和 JNS: 利用符号标志 SF, 判断结果是正是负。(3) JO 和 JNO: 利用溢出标志 OF, 判断结果是否产生溢出。(4) JP/JPE 和 JNP/JPO: 利用奇偶标志 PF, 判断结果中“1”的个数是偶是奇。(5) JC/JB/JNAE 和 JNC/JNB/JAE: 利用进位标志 CF, 判断结果是否进位或借位。● 比较无符号数大小。 无符号数的大小用高 (Above) 低 (Below) 表示。 利用 CF 确定高低、利用 ZF 标志确定相等 (Equal)。● 无符号两数的高低分成 4 种关系:<ul style="list-style-type: none">(1) 低于 (不高于等于): JB (JNAE) :CF=1。(2) 不低于 (高于等于): JNB (JAE) :CF=0 或 ZF=1。(3) 低于等于 (不高于): JBE (JNA) :CF=1 且 ZF=0。(4) 不低于等于 (高于): JNBE (JA) :CF=1 或 ZF=1。● 比较有符号数大小。 有符号数的大 (Greater) 小 (Less) 需要组合 OF、SF 标志, 并利用 ZF 标志确定相等 (Equal)。● 有符号两数的大小分成 4 种关系:<ul style="list-style-type: none">(1) 小于 (不大于等于): JL (JNGE)。(2) 不小于 (大于等于): JNL (JGE)。(3) 小于等于 (不大于): JLE (JNG)。(4) 不小于等于 (大于): JNLE (JG)	

2. 相关提示

(1) 建立磁盘文件

建立文件的功能调用是 3CH, 调用该功能时, 在 DX 中装入 ASCIZ 串的地址; 在 CX 中装入文件的属性。建立一个有正常属性的文件指令序列如下:

```
PATHNAME DB 'C:\NAME.TXT',00H
HANDLE    DW  ?

.....
MOV AH, 3Ch
MOV CX, 00
LEA  DX, PATHNME
INT  21H
JC   ERROR
MOV  HANDLE, AX
```

对于一次成功的操作, DOS 用给定的属性建立目录项, 清除进位位, 并把文件代号回送到 AX 寄存器, 以后对文件的所有操作都使用这个代号。

(2) 写磁盘文件

写磁盘文件是利用功能调用 40H, 在 BX 中装入文件代号, 要写入的字节数放在 CX 中, 输入缓冲区的地址放在 DX 中。下面的指令是把 OUTREC 数据区中的 256 字节写入磁

盘文件。

```
HANDLE    DW ?
OUTREC    DB 256 DUP(?)

.....
MOV AH, 40H
MOV BX, HANDLE
MOV CX, 256
LEA  DX, OUTREC
INT  21H
JC   ERROR2
CMP  AX, 256
JNE  ERROR3
```

如果从内存写入磁盘的操作成功，则 CF 清 0，并把实际写入的字节数送入 AX 寄存器。

(3) 关闭文件

当写入文件操作完成后，必须调用 DOS 功能调用 3EH 来关闭文件，以确保操作系统将文件记录在磁盘上，这一操作只要求在 BX 中放入文件代号。

```
MOV AH, 3EH
MOV BX, HANDLE
INT  21H
```

关闭文件时，DOS 把内存缓冲区中的数据写入磁盘，并用日期和文件大小修改目录和文件分配表信息。

(4) 读磁盘文件

读文件调用 DOS 功能调用 3FH，首先在 BX 中设置文件代号，在 CX 中装入要读取的字节数，在 DX 中放入输入数据缓冲区的地址，然后调用 DOS。

下面为读取一个 512 字节记录的指令：

```
HANDLE    DW ?
INPREC    DB 512 DUP(?)

... ..
MOV AH, 3FH
MOV BX, HANDLE
MOV CX, 512
LEA  DX, INPREC
INT  21H
JC   ERROR
CMP  AX, 0
JE   ENDFILE
```

如果读操作成功地把记录读入存储器，则清除 CF 位，并把实际读入的字节数放入 AX。如果 AX=0，表明试图从文件尾开始读，这是一个警告信息，如果读操作不成功，把

CF 位置 1，并在 AX 中返回错误码 05（拒绝存取）或 06（非法文件代号）。

(5) 检查文件名合法性

打开文件操作时检查文件名是否合法，文件是否有效，调用 DOS 功能调用 3DH，文件名是一个 ASCII 码串，地址装入 DX 寄存器，并在 AL 中设置存取代码。

下面是一个为读而打开的文件的例子：

```
PATHNAME DB 'C:\NAME.TXT',00H
HANDLE    DW ?

... ..
MOV AH, 3DH
MOV AL, 00H
LEA DX, PATHNEME
INT 21H
JC ERROR
MOV HANDLE, AX
```

文件存取代码及含义如表 4-28 所示。

表 4-28 文件存取代码及含义

位	存 取 代 码
0~2	000 为读而打开文件
	001 为写而打开文件
	010 为读/写而打开文件
3	1 保留
4~6	共享方式
7	继承标志

3. 参考资料

- (1) 徐建民，邵艳华. 汇编语言程序设计（第 2 版）. 北京：电子工业出版社，2010。
- (2) 沈美明，温冬婵. IBM-PC 汇编语言程序设计（第 2 版）. 北京：清华大学出版社，2001.

4. 效果图（见图 4-70 至图 4-74）

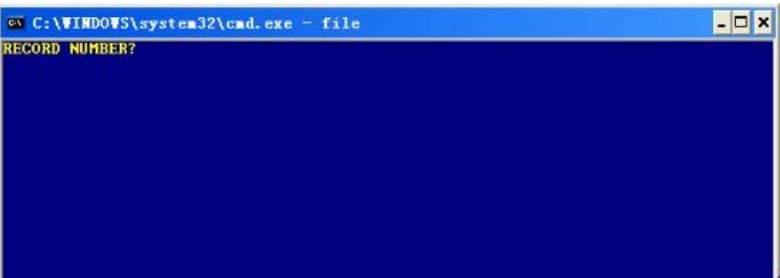


图 4-70 输入要读取的记录号

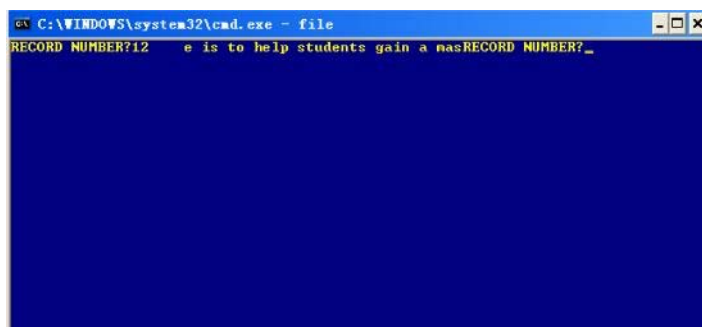


图 4-71 显示相应记录号对应的文件内容

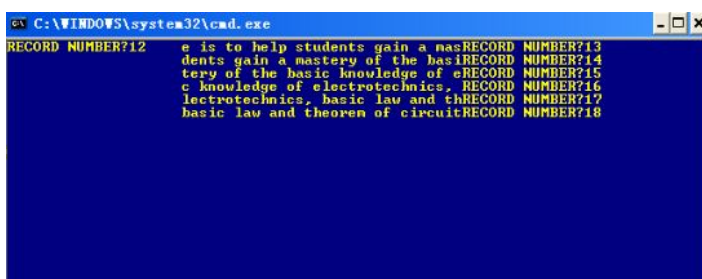


图 4-72 连续显示多条记录号对应的内容

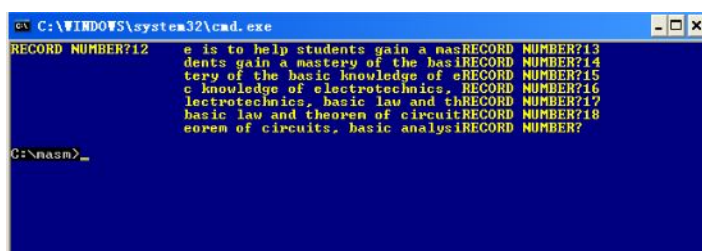


图 4-73 直接输入回车返回 DOS

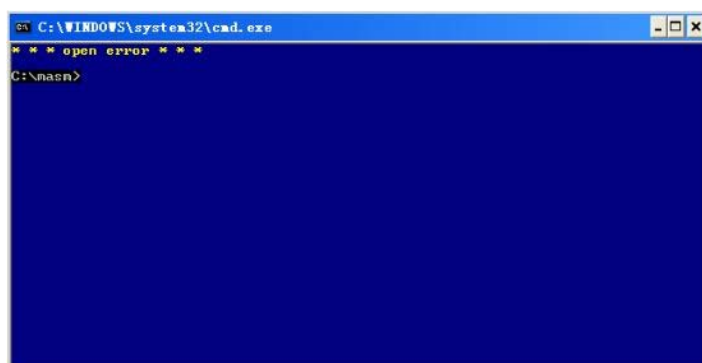


图 4-74 读文件错误提示

四、进度安排（见表 4-29）

表 4-29 读/写磁盘文件项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	查询项目需求，整理编写思路	对系统的功能进行初步设计
	1 天	学习磁盘文件存取技术	完成系统整体设计，并对系统的各个具体功能有一个理性的认识
	1 天	完成写磁盘文件功能	可根据文件代码建立文件
	1 天	完成读磁盘文件功能	把文件打开取得文件代号，然后按照指定字节数从磁盘中把文件读出，送入内存中预先定义好的数据缓冲区
	1 天	测试、项目总结	完善系统，验机，提交实验报告

4.5.2 动画设计

适用对象	二年级学生
开设学期	二年级下学期或二年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	1~2 周
预备知识	汇编语言

一、实训目的

通过实现一个简单的动画场景设计，使学生掌握汇编语言程序设计的一般方法，初步培养独立分析和设计的能力，包括：

- （1）了解汇编语言动画设计流程，掌握汇编语言程序开发过程，学会问题分析、系统设计、程序编码、测试等基本方法和技能，提高综合运用所学的理论知识和方法独立分析和解决问题的能力。
- （2）学会灵活应用显示器输出中断调用。
- （3）熟悉汇编语言程序设计编程规范。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

- （1）充分发挥想象力和创造力，设计自己的图形或动画作品，用汇编语言程序以彩色图形方式来实现。
- （2）设计动画要有一个主题，给出作品名称。
- （3）动画界面设计要清晰，有简单的用户控制界面，通过输入数字或字母进行控制转换。
- （4）用户控制动画程序运行后，作品即在屏幕上展现，而不能程序执行后再在屏幕上通过键盘操作。

- (5) 程序运行完以后要退出，并返回操作系统。
- (6) 通过时间延迟来显示动画效果。
- (7) 实验报告中要体现程序设计思想和调试过程。

2. 设计要求

- (1) 对需求进行分析，将功能进行分解。
- (2) 画出功能模块图和处理流程图。
- (3) 整个程序中不能只有主函数，必须按照功能模块图编写子程序。
- (4) 动画设计要主题明确、界面清晰，支持简单的用户控制操作。

3. 开发环境

操作系统：Windows。
开发语言：汇编语言。
开发环境：Microsoft Assembler。

三、项目指导

1. 相关知识点

- (1) 开发流程
 - A、需求分析。将功能要求合理划分为功能模块。
 - B、概要设计。掌握汇编语言设计原理。
 - C、详细设计。设计并完善整个实验流程。
 - D、程序功能测试。减少程序 bug，提高程序质量。
- (2) 相关知识点（见表 4-30）

表 4-30 动画设计项目相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点		
汇 编 语 言	BIOS 显示中断 (INT 10H)	AH	功能	调用参数
		0	设置显示方式	AL=00 40*25 黑白文本，16 级灰度 =01 40*25 16 色文本 =02 80*25 黑白文本，16 级灰度 =03 80*25 16 色文本 =04 320*200 4 色图形 =05 320*200 黑白图形，4 级灰度 =06 640*200 黑白图形
		2	置光标位置	BH=页号；DH/DL=行/列
		6	屏幕初始化或上卷	AL=0 初始化窗口 AL=上卷行数 BH=卷入行属性 CH/CL=左上角行/列号 DH/DL=右上角行/列号
		9	在光标位置显示字符和属性	BH=显示页；AL/BL=字符/属性;CX=字符重复次数
		0B	置彩色调色板	BH=彩色调色板 ID； BL=和 ID 配套使用的颜色
		0F	取当前显示方式 返回参数：	BH=页号；AH=字符列数；AL=显示方式

基本知识和知识要素		知 识 点
汇编语言	宏的定义和调用	<p>宏定义名 MACRO [形式参数表] ... (宏定义体) ENDM</p> <p>其中, MACRO 和 ENDM 这对伪操作之间是宏定义体,它是独立的程序代码。宏定义名给出了这个宏的名称,它也是调用时所用的宏指令名,它指令与标识符的规定相同。形式参数表是可选项,每个形参之间用逗号分隔。</p> <p>宏的调用通过宏指令,宏指令的格式为: 宏定义名 [实参表]</p> <p>其中,实参表中的每一项之间要用逗号隔开。通常,实参与形参一一对应,但汇编程序要求并不严格,实参可以多于形参,但多余的实参被忽略,实参也可以少于形参,但多余的形参按“空”处理</p>

2. 相关提示

(1) 设置显示方式

图形适配器有两种操作方式：文本和图形方式。文本方式是图形适配器的默认方式。利用 BIOS INT 10H 功能 00 可为当前执行的程序初始化显示方式或在文本方式与图形方式之间切换。

例如，设置文本方式：

```
MOV AH, 00H
MOV AL, 03H
INT 10H
```

(2) 读取光标位置

INT 10H 功能 3 是读取光标位置，页号必须在 BH 中指定。此功能把光标位置的行号回送给 DH，列号回送给 DL。光标大小的参数填入 CH 和 CL。

例如，读 0 页的当前光标位置：

```
MOV AH, 3
MOV BH, 0
INT 10H
```

(3) 清屏

INT 10H 功能 6 中，如果 AL=0 能够完成清除屏幕功能，这个功能需要设置 7 个参数。需要设置起始行（0,0）和结束列（24, 79），它将按 AL 中的 Blank 字符使指定的窗口变为空白。

例如，清除屏幕代码示例：

```
MOV AH, 6
MOV AL, 0
MOV BH, 7
MOV CH, 0
MOV CL, 0
```

```
MOV DH, 24
MOV DL, 79
INT 10H
```

(4) 字符显示

INT 10H 的功能 9 把字符及其属性输出到当前光标位置，然后光标返回到它的初始位置，所以在当前光标位置上写一个字符之后，必须用 INT 10H 的功能 02 移动光标到下一个字符位置上。

例如，置光标到 0 显示页的 (2, 3) 位置，并以正常属性显示一个 '@' 符号。

```
MOV AH, 2
MOV BH, 0
MOV DH, 2
MOV DL, 3
INT 10H
MOV AH, 9
MOV AL, '@'
MOV BH, 0
MOV BL, 7
MOV CX, 1
INT 10H
```

(5) 彩色字符显示

在显示彩色文本时，属性字节能够选择前景（显示的字符）和背景的颜色。利用 BIOS INT 10H 的 09 功能显示彩色字符时，BL 中设置的数据应为前景和背景的属性值。第 7 位表示闪烁，前景色由 0~3 位确定，RGB 分别表示红绿蓝，I 表示亮度，闪烁和亮度只应用于前景色，寄存器设置如图 4-75 所示。



图 4-75 寄存器设置

常用的颜色前景色组合有：

黑—0000；蓝—0001；绿—0010；红—0100；黄—1110；白—1111 等。

注意，位顺序为 I R G B 共 4 位。

例如，在品红背景下，显示 5 个浅绿色闪烁的星号：

```
MOV AH, 09
MOV AL, '0'
MOV BH, 0
MOV BL, 0DAH
MOV CX, 05
INT 10H
```

(6) 延时程序

计算机动画显示操作和擦除操作是在一定速率下进行的，理想的重画速率应不小于 24 幅图像每秒。重画间隔可通过延时程序控制。

例如，下面一段程序可作为延时控制程序。具体延时时间依赖于具体机器主频值的大小。

```
MOV DX,10000
DL1: MOV CX,6000
DL2: LOOP DL2
      DEC DX
      JNZ DL1
```

3. 参考资料

- (1) 徐建民，邵艳华. 汇编语言程序设计（第 3 版）. 北京：电子工业出版社，2010。
- (2) 沈美明，温冬婵. IBM-PC 汇编语言程序设计（第 2 版）. 北京：清华大学出版社，2001。

4. 效果图（见图 4-76 至图 4-78）

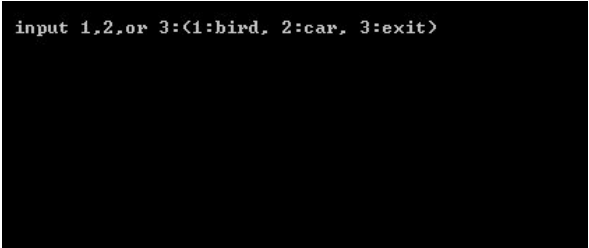


图 4-76 简单控制界面

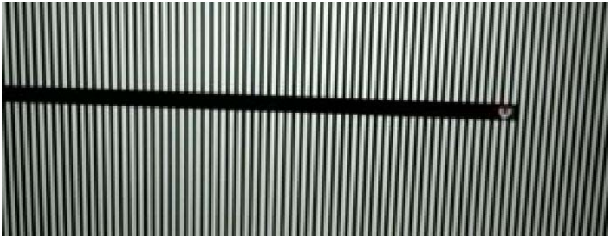


图 4-77 小鸟飞过

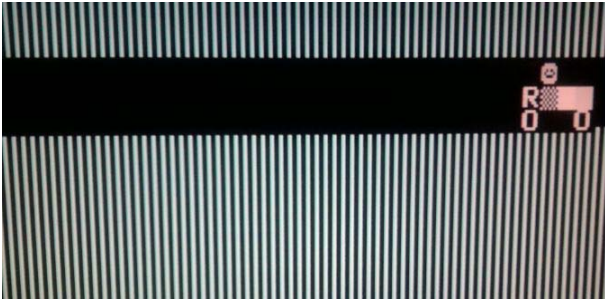


图 4-78 小车行驶中

四、进度安排（见表 4-31）

表 4-31 动画设计项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	查询项目需求，整理编写思路	对系统的功能进行初步的设计
	1 天	学习显示 I/O	完成系统整体设计，并对系统的各个具体功能有一个理性的认识
	1 天	完成简单用户控制界面	用户可通过输入数字或字母进行控制转换
	1 天	完成动画显示功能	用户控制动画程序运行后作品即在屏幕上展现，通过时间延迟来显示动画的效果
	1 天	测试、项目总结	完善系统，验机，提交实验报告

4.5.3 微机间串口全双工通信

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级下学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	汇编语言、接口与通信技术、计算机组成原理

一、实训目的

通过实现一个命令行模式的串口全双工通信系统，使学生掌握汇编语言程序程序设计的基本方法，包括：

- (1) 掌握中断类型的使用方法。
- (2) 掌握有关汇编语言程序设计的输入、输出以及定位方法。
- (3) 学习宏定义和函数用法。
- (4) 熟悉汇编语言程序设计编程规范。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

(1) 选择通信方式

通信方式有两种选择：一种是查询方式异步全双工串行通信，另一种是中断方式异步全双工串行通信。输入选择标号利用中断读取键盘信息，并跳转至子程序执行。

(2) 选择工作模式

每种通信方式有两种工作模式：一种是进行自检，另一种为两台微机进行全双工通信。输入选择标号利用中断读取键盘信息。

(3) 选择波特率

当选择的工作方式是两台微机之间进行全双工通信时，必须选择相同的波特率才能正常通信。共有 8 种波特率（单位：b/s）供选择：

- ① 50 ②110 ③ 600 ④ 1200 ⑤ 2400 ⑥ 3600 ⑦ 4800 ⑧ 9600

每一种波特率对应数据段表中的一种分频系数锁存器的值。

注意，通信双方必须选择同样的通信参数，如字符长度、停止位长度及校验位选择等，这样才能保证数据的正确传输。

(4) 两台微机之间进行全双工通信

两台微机均需要数据的接收和发送来达到全双工效果。在 A 计算机上按下键后，在 B 计算机屏幕上立即显示所按的键。同样，在 B 计算机上按下键后，在 A 计算机屏幕上立即显示所按的键。操作者在 A，B 计算机上可以用任意速度各自按键。

(5) 错误信息及异常处理

根据用户输入的信息进行判断，若输入的选择标号不在选择范围内，则直接跳转至正在选择的界面；若在传输过程中遇到异常，则传输的信息变为“?”。在程序中遇到键盘输入 Esc 键时，则直接跳转至上一级菜单。

2. 设计要求

(1) 对需求进行分析，将功能进行分解。

(2) 画出功能模块图。

(3) 整个程序不能只有主函数，必须按照功能模块图编写功能函数。功能函数不能少于两个。

(4) 波特率以表格对应的形式给出。

(5) 能够实现错误操作和异常的正确处理。

3. 开发环境

操作系统：DOS。

实验平台：INS 8250 串行接口芯片，采用 RS-232C 标准协议。

开发语言：汇编语言。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、需求分析。将功能要求合理划分为功能模块。

B、定义波特率查询表、选择信息等的数据段结构。

C、定义并完善查询通信方式、中断通信方式等功能函数。

D、程序功能测试。减少程序 bug，提高程序质量。

(2) 相关知识点（8250 内部的接口寄存器）

① 发送保持寄存器 THR (3F8H)。发送时，CPU 将待发送的字符写入发送保持寄存器中，其中第 0 位是串行发送的第 1 位数据。

② 接收数据寄存器 RDR (3F8H)。该寄存器用于存放接收到的 1 个字符。

③ 波特率因子寄存器 BRD (3F8H, 3F9H)。8250 芯片规定，当线路控制寄存器写入 $D_7=1$ 时，接着对口地址 3F8H, 3F9H 可分别写入波特率因子的低字节和高字节，即写入除数寄存器 (L) 和除数寄存器 (H) 中。而波特率为 $1.8432\text{MHz}/(\text{波特率因子} \times 16)$ ，分频次数锁存器 BRDL 和 BRDH 分频次数与波特率对应表如表 4-32 所示。

表 4-32 分频次数与波特率对应表

要求的波特率	分频次数锁存器值				误 差
	十进制		十六进制		
	DLH	DLL	DLH	DLL	
50	23	04	09	00	
75	15	36	06	00	
110	10	47	04	17	1.026
134.5	08	57	03	59	0.058
150	07	68	03	00	
300	03	84	01	80	
600	01	92	00	C0	
1200	00	96	00	60	
1800	00	64	00	40	
2000	00	58	00	3A	0.69
2400	00	48	00	30	
3600	00	32	00	20	
4800	00	24	00	10	
7200	00	26	00	18	
9600	00	12	00	0C	

例如，要求发送波特率为 1200 波特，则波特率因子为 $1.8432\text{MHz} / (1200 \times 16) = 96$ ，因此，3F8H 口地址应写入 96（60H），3F9H 口地址应写入 0。

④ 中断允许寄存器 IER（3F9H）。该寄存器允许 8250 四种类型中断（相应位置 1）并通过 IRQ4 向 8088 CPU 发中断请求。各位含义如下：

0	0	0	0	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
---	---	---	---	----------------	----------------	----------------	----------------

- D₀ 为 1，允许接收缓冲区满中断。
- D₁ 为 1，允许发送保持器空中断。
- D₂ 为 1，允许接收数据出错中断。
- D₃ 为 1，允许 Modem 状态改变中断。

⑤ 中断识别寄存器 IIR（3FAH）。

0	0	0	0	0	D ₂	D ₁	D ₀
---	---	---	---	---	----------------	----------------	----------------

D₀ 是有无中断请求位 IP，它的取值和对应的操作如下：0—有中断请求；1—无中断请求。

D₁、D₂ 是中断源识别位，它的取值和对应的中断源优先级如表 4-33 所示。

表 4-33 中断源识别位及优先级

取 值	中断源识别	优 先 级
00	Modem 状态发生变化中断	4
01	发送缓冲器空中断	3
10	接收数据准备就绪中断	2
11	接收数据发送错中断	1

⑥ 通信线路控制寄存器 LCR (3FBH)。该寄存器规定异步串行通信的数据格式。各位含义如下：

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

其中：D₁~D₀是字长。它们的取值和对应的字长如表 4-34 所示。

D₂是停止位。它的取值和对应的停止位如表 4-35 所示。

表 4-34 D₁D₀位取值及字长

取 值	字 长
00	5 位
01	6 位
10	7 位
11	8 位

表 4-35 D₂位取值及对应停止位

取 值	停 止 位
0	1 位
1	15 位（数据位 5 位） 2 位（数据位 6、7、8 位）

D₃说明是否允许奇偶校验。如果为 0，无奇偶校验；如果为 1，允许奇偶校验。

D₄说明是奇校验还是偶校验。如果为 0，是奇校验；如果为 1，是偶校验。这一位起作用的前提是 D₃为 1。

D₅说明是否有附加奇偶校验位。如果为 0，无附加奇偶校验位；如果为 1，有附加奇偶校验位。

D₆如果为 0，正常；如果为 1，发空缺位。

D₇如果为 0，允许访问接收、发送数据寄存器或中断允许寄存器；如果为 1，允许访问波特率因子寄存器。

⑦ Modem 控制寄存器 (3FCH)。该寄存器控制与调制解调器或数传机的接口信号。各位含义如下：

0	0	0	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
---	---	---	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

D₀表示当 DTR=1 时，数据终端就绪，输出端 $\overline{\text{DTR}}$ 为低电平。

D₁表示当 RTS=1 时，请求发送，输出端 $\overline{\text{RTS}}$ 为低电平。

D₂表示当 OUT₁=1 时，用户指令输出，输出端 $\overline{\text{OUT}_1}$ 为低电平。

D₃表示当 OUT₂=1 时，输出端 $\overline{\text{OUT}_2}$ 为低电平，允许发送 $\overline{\text{IRQ4}}$ 中断请求。

D₄表示当循环（自诊断用）=1 时，发送数据立即被接收，可用于自检。

⑧ 线路状态寄存器 (3FDH)。该寄存器向 CPU 提供有关数据传输的状态信息，各位含

义如下：

0	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
---	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

- D₀表示 DR，接收数据就绪。
- D₁表示 OE，数据重叠错。
- D₂表示 PE，数据奇偶错。
- D₃表示 FE，缺少正确停止位。
- D₄表示 BI，接收空缺位。
- D₅表示 THRE，发送保持寄存器空。
- D₆表示 TSRE，发送移位寄存器空。

读入时各数据位等于 1 有效，读入操作后各位均复位。除 D₆位外，其他位还可被 CPU 写入，同样可产生中断请求。

⑨ 调制解调器状态寄存器 MSR (3FEH)。该寄存器反映 4 个控制输入信号的当前状态及其变化，各位含义如下：

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

- D₀表示ΔCTS 位，CTS=1 引脚电平发生变化。
- D₁表示ΔDSR 位，DSR=1 引脚电平发生变化。
- D₂表示ΔTERI 位，RI=1 引脚电平发生变化。
- D₃表示ΔRLSD 位，RLSD=1 引脚电平发生变化。
- D₄表示 CTS=0 引脚为高电平，CTS=1 引脚为低电平。
- D₅表示 DSR=0 引脚为高电平，DSR=1 引脚为低电平。
- D₆表示 RI=0 引脚为高电平，RI=1 引脚为低电平。
- D₇表示 RLSD=0 引脚为高电平，RLSD=1 引脚为低电平。

D₀~D₃反映所代表的 RS-232-C 引脚状态的变化情况。它们中任何位为 1，就表示自上次读取该寄存器以来，其输入已经发生变化。而且每对该寄存器执行一次该操作，将使该寄存器 D₀~D₃全部复位。MCR 低 4 位任一位置 1，均产生调制解调器状态中断，当 CPU 读取该寄存器或复位后，低 4 位被清 0。MSR 低 4 位中某位为 1，则说明从上次 CPU 读取该状态字后，相应输入信号已发生改变，从高变低或反之。

D₄~D₇反映它们所代表的 RS-232-C 引脚输入的当前状态。MSR 高 4 位中某位为 1，说明相应输入信号当前为低有效，否则为高电平。

2. 相关提示

(1) 查询方式异步全双工串行通信编程

查询方式下异步通信编程一般有三个部分：初始化串行通信口、发送一个字符以及接收一个字符。

① 初始化串行通信口。确定数据传输帧格式（包括数据位长度、停止位长度及有无奇偶校验和校验的类型）、确定传输波特率以及确定 8250 操作方式。

操作方式是指自发自收的循环反馈方式（用于自诊断），通常两点之间的通信方式，有程序查询方式传送或中断方式传送。

初始化有两种方法：一是分别对线路控制寄存器、波特率除数锁存器和 Modem 控制寄存器进行参数写入操作，其参数是在程序中由指令分散设定的；二是专门编制一个初始化串行口的子程序，其初始化参数作为子程序的入口参数集中给出（参数置入 AL 中），可由调用者按要求设置不同参数来完成相应的初始化。

② 发送一个字符程序，近距传送不考虑 RS-232C 的 Modem 控制信号，CPU 只要检测到 8250 发送保持寄存器为空（即线路状态寄存器 $D_5=1$ ），即可向发送保持寄存器输出一个字符。

③ 接收一个字符程序，不考虑 RS-232C 的 Modem 控制信号，CPU 只要检测到 8250 接收数据寄存器准备好（即线路状态寄存器 $D_0=1$ ），即可从接收数据寄存器中读取一个字符。

（2）中断方式异步全双工串行通信编程

根据通信中断程序的特点，并结合一般中断处理的编程原则与方法，异步通信中断编程，一般包括：

① 通信中断初始化。

② 修改中断向量表，按使用的串口 COM1 和 COM2，接管中断 0CH 或中断 0BH，使新的中断向量指向自行编制的通信中断程序。

③ 确定 INS 8250 芯片操作方式，设置中断允许寄存器相应位，允许或禁止选择中断源类型，并允许中断操作（置 Modem 控制寄存器 MCR 的 OUT2 有效（ $D_3=1$ ））确定起止式通信协议，设置通信波特率及数据帧传输格式。

开放通信中断，对 8259A-5 中断控制器的屏蔽寄存器编程（OCW1），允许中断 IRQ4 或 IRQ3。

④ 通信中断主程序，该程序无法给出统一的模式，完全随用户应用的要求自行编制。

⑤ 通信中断服务程序，该程序是中断处理的核心。一般分成如下三段：

A、判断发生中断的中断源类型，通过读取中断标志寄存器（IIR）的标志位，找到相应中断服务程序的入口地址。

B、中断处理，对不同的中断类型，进行不同的处理：

- 如果是接收数据寄存器就绪中断（IIR 的低三位 $D_2D_1D_0=100$ ），则从 INS 8250 数据寄存器读取数据。
- 如果是发送保持寄存器空中断（ $D_2D_1D_0=010$ ），则从内存读取字符写到 INS 8250 保持寄存器。
- 如果是接收数据出错引起的中断（ $D_2D_1D_0=110$ ），则从 INS 8250 线路状态寄存器读取状态并进行分析，根据错误或中止或做出相应的处理。
- 如果是 Modem 状态变化引起的中断（ $D_2D_1D_0=000$ ），则从 INS 8250 的 Modem 状态寄存器读取状态并进行分析，根据状态变化，做出相应的处理。
- 判断是否有尚未处理的中断。

C、每种中断源处理后，要继续判别中断标志寄存器的最低位 IP 是否为 0。若为 1，则

结束中断处理（通常发中断结束命令 EOI 到中断控制器），并以 IRET 返回被中断的通信子程序。

3. 参考资料

- (1) 徐建民, 邵艳华. 汇编语言程序设计 (第 3 版). 北京: 电子工业出版社, 2010.
- (2) 沈美明, 温冬婵. IBM-PC 汇编语言程序设计 (第 2 版). 北京: 清华大学出版社, 2001.
- (3) 刘乐善. 微型计算机接口技术及应用. 武汉: 华中科技大学出版社, 2000.

4. 效果图 (见图 4-79 至图 4-86)

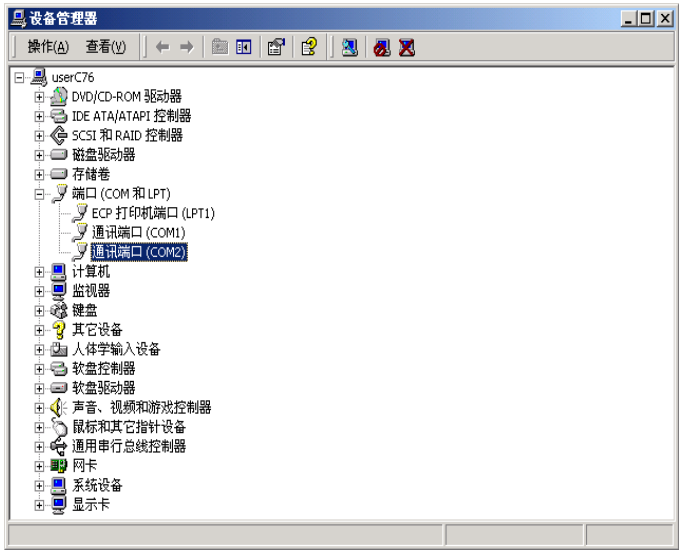


图 4-79 串口线连接、驱动程序安装成功后端口显示结果

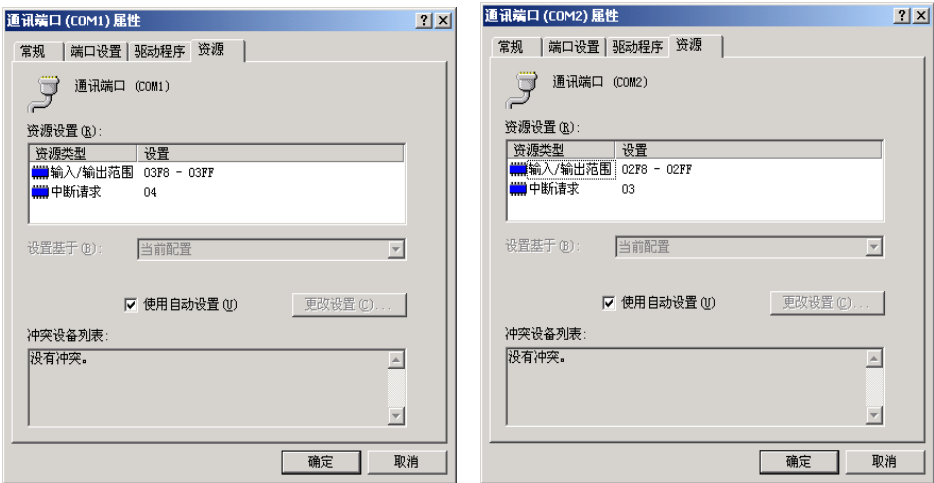


图 4-80 COM1、COM2 端口地址范围

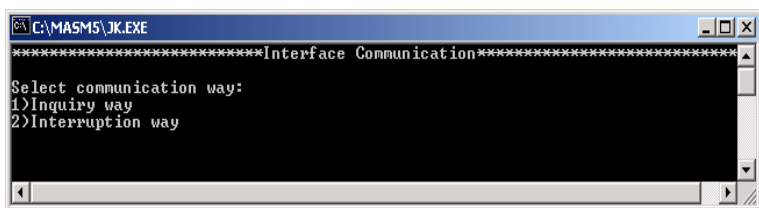


图 4-81 通信方式菜单

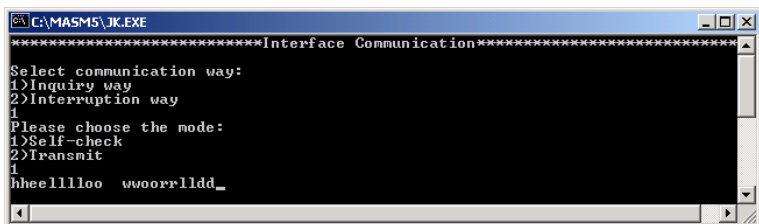


图 4-82 查询方式的自检工作模式传输

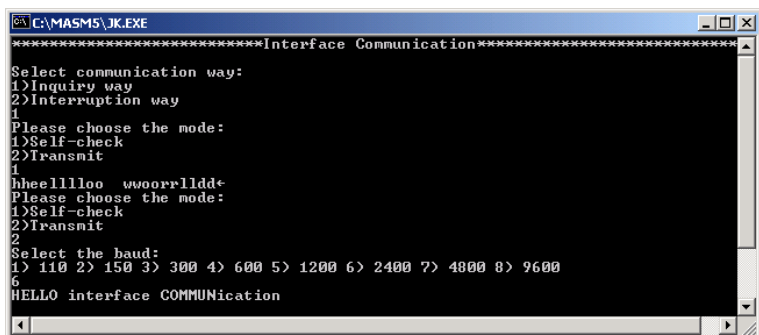


图 4-83 查询方式的两机全双工通信工作模式传输

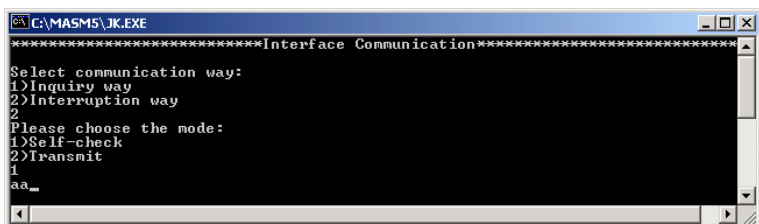


图 4-84 中断方式的自检工作模式传输

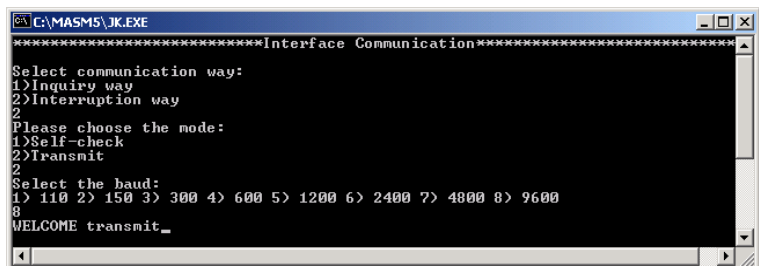


图 4-85 中断方式的两机全双工通信工作模式传输

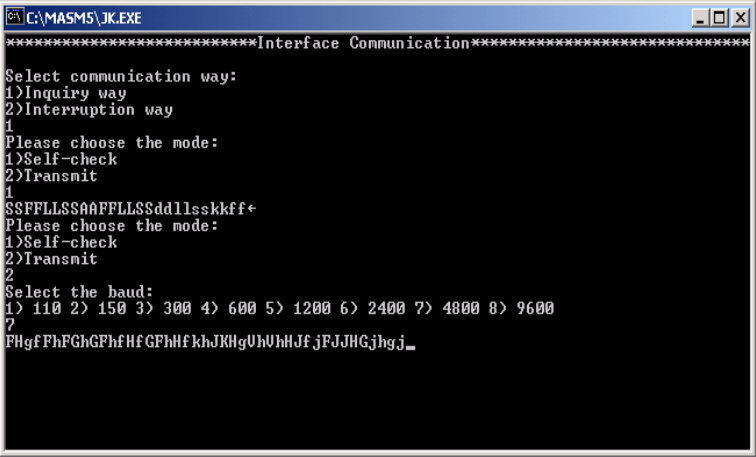


图 4-86 两台微机同时传输

四、进度安排（见表 4-36）

表 4-36 微机间串口全双工通信项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	查询项目需求，整理编写思路	对系统的功能进行初步的设计
	1 天	对 8250 芯片编程有一个初步的认识	理解 8250 芯片编程的要求以及编程命令控制字等
	1 天	整体认识 8250 芯片的编程和控制	熟悉 8250 芯片编程的寄存器以及控制命令并开始编写整体框架
	2 天	按照项目需求实现查询工作方式传输	完成 8250 芯片的查询工作方式，包括芯片的自检和两台微机之间的通信
第二周	3 天	<ul style="list-style-type: none">● 实现中断方式传输● 错误输入的出错处理● 传输出错的异常处理	完成中断方式传输程序的编写，发现编写的问题，以便在今后的代码设计中解决
	2 天	测试、项目总结	完善系统，验机，提交实验报告

4.6 操作系统专题

4.6.1 定制自己的 shell

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级下学期或三年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	shell 操作机制，Linux 进程控制、I/O 重定向

一、实训目的

- (1) 学会使用 gcc 编译器。
- (2) 理解 Linux shell 进行命令行解析的原理。
- (3) 理解 Linux 下的 I/O 重定向原理。
- (4) 掌握 Linux 的进程控制，包括创建新进程、执行程序 and 进程终止、等待终止。
- (5) 能够编写一个简单的 shell 模拟程序。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

实现一个简单的 shell 模拟程序，要求功能如下：

(1) shell 程序从控制台执行，启动后接管键盘和显示器，显示一个命令提示符，在命令提示符后敲入一个命令行，该命令之间用 “;”、“&” 或者回车符来结束。shell 应该能够对该命令进行解析，输入 exit 可以退出 shell 程序。

(2) 提供输入重定向，输入 "< 重定向的输入文件名"，可以在屏幕上显示重定向文件的内容。

(3) 提供输出重定向，输入 "命令名（如 ls）>重定向的输出文件名"，可以在重定向的输出文件中看到命令名运行后的结果。

2. 设计要求

- (1) 遵循 C 语言开发规范。
- (2) 画出程序流程图，以便熟悉整个程序的流程。
- (3) 整个程序中不能只有 main 函数，根据程序流程图编写函数。

3. 开发环境

操作系统：Linux；内核版本：Redhat 9.0 Linux 2.4.20-8。

开发语言：C 语言。

编译器：gcc 编译器 3.2.2。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

A、明确项目的实现目标，画出程序流程图。

B、根据流程图，实现一个 C 语言程序作为 Linux 内核的 shell 命令行解释程序。

C、对程序进行修改，增加功能以使用户可以使用 “;”、“&” 或者回车操作符作为命令结束符。

D、修改程序，使用户可以通过使用 “<” 和 “>” 作为文件名前缀来重定向 stdin 和 stdout 文件描述符。

(2) 相关知识点（见表 4-37）

表 4-37 定制自己的 shell 项目开发相关知识

基本知识和知识要素		知 识 点
shell	什么是 shell	<p>shell 本身是一个用 C 语言编写的程序，它是用户使用 Linux 的桥梁。shell 既是一种命令语言，又是一种程序设计语言。作为命令语言，它交互式地解释和执行用户输入的命令；作为程序设计语言，它定义各种变量和参数，并提供许多在高级语言中才具有的控制结构，包括循环和分支。</p> <p>在标准 Linux shell 中，一个命令行具有以下形式： command argument_1 argument_2... 其中第一个单词是要执行的命令，而剩下的单词是命令需要的参数。</p> <p>shell 为了完成工作所必须采取的步骤如下：</p> <p>1) 打印提示符。启动 shell，查找在其上运行的机器名，并将该字符串添加到标准提示符之前，也可被设计为打印当前目录作为提示符的一部分，一旦提示字符串确定下来，每当 shell 准备接收一个命令行时，便把它打印 stdout。</p> <p>2) 得到命令行。为了得到一个命令行，shell 执行一个阻塞读操作，让 shell 的进程进入睡眠状态，直到用户键入一个命令行作为对提示符的响应。一旦用户输入命令行，命令行字符串就被返回到 shell。</p> <p>3) 解析命令。解析程序从命令行的左边开始扫描直到它遇到一个空白字符（如空格），第一个单词是命令的名称，而后面的单词则是参数，最后是命令的结束符“;”、“&”或者回车符。</p> <p>4) 准备参数。shell 简单地将参数传递给命令，作为指向字符串的 argv 数组。</p> <p>5) 执行命令。shell 必须执行指定文件中的可执行程序。而且当它执行一个程序时，必须保护原始进程不被破坏。shell 一般通过调用 fork()、execve()和 wait()使用多进程来达到这个目的</p>
Linux 进程控制	fork()	<p>创建一个新进程的函数，由 fork 创建的新进程称为子进程。定义如下： #include<unistd.h> pid_t fork(void); 返回：子进程为 0，父进程为子进程 ID，出错为-1。 该函数被调用一次，但返回两次。两次返回的区别是：子进程的返回值是 0，而父进程的返回值则是新子进程的进程 ID。</p>
	exec()	<p>执行新的程序。当进程调用一种 exec 函数时，该进程完全由新程序代换，而新程序则从其 main 函数开始执行。调用 exec 并不创建新进程，exec 只是用另一个新程序替换了当前进程的正文、数据、堆和栈段。 内核使程序执行的唯一方法是调用一个 exec 函数</p>
	exit()	<p>进程终止函数。其定义如下： #include <stdlib.h> void exit (int status); exit 要完成一些清除工作，包括标准 I/O 库的缓冲区刷新，调用已注册的 atexit 函数等。 进程自愿终止的唯一方法是显式或隐式地调用 exit</p>
	wait()	<p>wait()系统调用由进程用于阻塞自身直到内核通知进程再次执行，如当它的一个子进程已经完成时。当 wait()调用因为子进程的终止而返回时，终止子进程的状态被作为一个参数返回到调用进程。其定义如下： #include<sys/wait.h> pid_t wait(int *status);</p>
I/O 重定向	理解 I/O 重定向	<p>每一个进程都有三个特殊的文件描述指针：标准输入（standard input，文件描述指针为 0）、标准输出（standard output，文件描述指针为 1）、标准错误输出（standard error，文件描述指针为 2）。这三个特殊的文件描述指针使进程在一般情况下接收标准输入终端的输入，同时由标准终端来显示输出，Linux 同时也向使用者提供可以使用普通文件或管道来取代这些标准输入/输出设备。在 shell 中，使用者可以利用“>”和“<”进行输入/输出重定向。</p> <p>例如：Command> file: 输出重定向，将命令的输出结果重定向到一个文件。 < file: 输入重定向，在屏幕上显示重定向文件中的内容</p>

2. 相关提示

(1) Linux 进程控制

① 进程标识符。每个进程都有一个非负整型的唯一进程 ID。

② 创建新进程——fork 函数。fork 函数用来创建一个新进程，由 fork 创建的新进程称为子进程。定义如下：

```
pid_t fork(void);
```

返回：子进程为 0，父进程为子进程 ID，出错为-1。

该函数被调用一次，但返回两次。两次返回的区别是：子进程的返回值是 0，而父进程的返回值则是新子进程的进程 ID。

子进程是父进程的副本，子进程获得父进程数据空间、堆和栈的副本，父、子进程并不共享这些存储空间。

③ 执行程序——exec 函数。有 6 种不同的 exec 函数可供使用：

```
#include<unistd.h>
int execl(const char *pathname,const char *arg0,.../*(char*)0*/);
int execv(const char *pathname, char *const *argv[]);
int execlx(const char *pathname,const char *arg0,.../*(char*)0, char *const envp[]*/);
int execve(const char *pathname,char *const argv[], char *const envp[]);
int execlp(const char *filename,const char *arg0,.../*(char*)0*/);
int execvp(const char *filename, char *const *argv[]);
```

6 个函数返回：若出错则为-1，若成功则不返回。

其中，execve 是实际的系统调用，而其他的函数以库函数实现，最终要调用 execve。

execve()系统调用改变一个进程当前执行的程序。其定义中的 pathname 参数是包括将要被执行的新程序的文件路径名；argv 是一个参数字符串列表；而 envp 数组是一个环境变量字符串和值的列表，它们将在进程开始执行新程序时使用。当进程遇到 execve()系统调用时，它将要执行的下一条指令处于新的可执行文件的入口点。因此内核在这个系统调用中要完成大量的工作，它必须：

- 找到新的可执行文件。
- 将文件载入到调用进程当前使用的地址空间（覆盖和丢弃原来的程序）。
- 为新程序的执行设置 argv 数组和环境变量。
- 启动在新程序入口点执行的进程。

④ 进程终止——exit 函数。exit 函数用来终止进程。如果父进程在子进程之前终止，则在父进程终止时，内核逐个检查所有活动进程，以判断它是否是正要终止的进程的子进程。如果是，则该进程的父进程 ID 就更改为 1（init 进程的 ID）。这种处理方法保证了每个进程有一个父进程。如果子进程在父进程之前终止，父进程通过下面的方法得到子进程的终止状态：内核为每个终止子进程保存了一定量的信息，父进程调用 wait 或 waitpid 时，可以得到有关信息（包括进程 ID、进程终止状态、进程使用的 CPU 时间总量等）。内核释放终止进程所使用的所有存储器，关闭所有打开过的文件。

⑤ 等待终止——wait 函数。当一个进程正常或异常终止时，内核向其父进程发送 SIGCHLD 信号。父进程可以忽略该信号，或者提供一个该信号发生时调用的函数。对于这种信号，系统默认的动作是忽略它。

调用 wait 函数的进程可能发生如下情况：A）阻塞（如果其所有子进程都还在运行）；B）取得子进程的终止状态立即返回（一个子进程已终止，正等待父进程存取其终止状态）；C）出错立即返回（如果它没有任何子进程）。

(2) shell 如何运行程序

shell 使用 fork 建立新进程，用 exec 在新进程中运行用户指定的程序，最后 shell 用 wait 等待新进程结束。shell 的 fork、exec、wait 循环如图 4-87 所示。

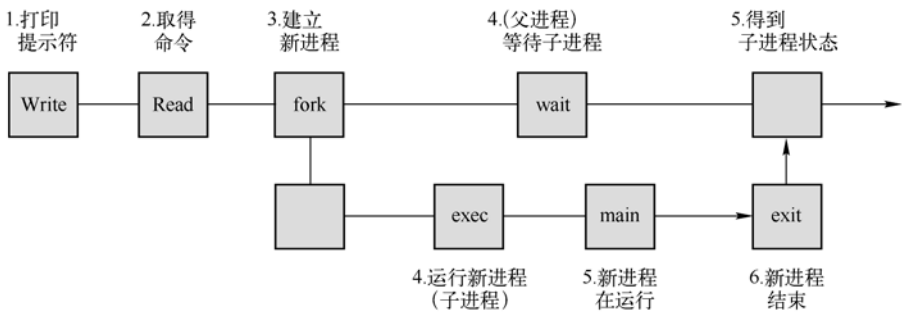


图 4-87 shell 运行程序过程示意图

在使用 fork、exec、wait 三个系统调用时，shell 用于执行命令的一个代码框架如下：

```
if( fork()==0 ) {
    //这是子进程
    //执行于和父进程相同的环境变量中
    execvp(full_pathname, command->argv, 0);
} else {
    //这是父进程—等待子进程终止
    wait(status);
}
```

(3) 命令行解析

命令行解析可以参考以下代码：

```
char *cmdline, *prompt, **arglist;
int result;
while ( (cmdline = next_cmd(prompt, stdin,&termchar)) != NULL ){
    if ( (arglist = splitline(cmdline)) != NULL ){
        result = execute(arglist);
        freelist(arglist);
    }
    free(cmdline);
}
```

其中，函数 next_cmd、splitline 和 execute 解释如下：

next_cmd——从输入流读入下一个命令。它会为任意长度的命令行分配内存，遇到文件结束符，返回 NULL。

splitline——将一个字符串分解为字符串数组，并返回这个数组，该数组由 NULL 作为结束标记。

execute——使用 fork、execve 和 wait 来运行一个命令。execute 返回命令的结束状态。

(4) open 函数与 close 函数

对于内核而言，所有打开文件都由文件描述符引用。文件描述符是一个非负整数。当打开一个现存文件或创建一个新文件时，内核向进程返回一个文件描述符。

① 调用 open 函数可以打开或创建一个文件。其定义如下：

```
#include <fcntl.h>
int open(const char *pathname, int flags, ... /*, mode_t mode*/);
```

返回：若成功，为文件描述符；若出错，则为-1。

其中参数 **pathname** 是要打开或创建的文件的名字。**mode** 是仅当创建新文件时才使用的第三个参数。参数 **flags** 说明此函数的多个选择项。用下列一个或多个常数或运算构成 **flags** 参数：

- O_RDONLY；只读打开。
- O_WRONLY；只写打开。
- O_RDWR；读、写打开。

open 返回的文件描述符一定是最小的未被使用的描述符。

② 用 close 函数关闭一个打开文件。其定义如下：

```
#include <fcntl.h>
int close(int filedes);
```

返回：若成功，返回 0；若出错，返回-1。

关闭一个文件时释放该进程加在该文件上的所有记录锁。当一个进程终止时，它所有的打开文件都由内核自动关闭。很多程序都使用这一功能而不显式地用 close 关闭打开的文件。

(5) dup 函数和 dup2 函数

dup 函数和 dup2 函数用来复制一个现存的文件描述符。其定义如下：

```
#include <unistd.h>
int dup(int oldfd);
int dup2(int oldfd, int newfd);
```

返回：成功，返回新的文件描述符；出错，则返回-1。

由 dup 返回的新文件描述符一定是当前可用文件描述符中的最小数值。用 dup2 则可以用 newfd 参数指定新描述符的数值。如果 newfd 已经打开，则先将其关闭。若 oldfd 等于 newfd，则 dup2 返回 newfd，而不关闭它，并与 oldfd 指向同一个文件，共享所有的锁定，

读/写指针和各项权限或标志位。

(6) 输入重定向（三种方法）

方法 1: close-then-open 策略

开始的时候，系统采用的是将标准输入连接到终端设备，输入的数据流经过文件描述符 0 而输出流经过文件描述符 1 和 2。第一步 `close(0)`，将标准输入的连接挂断；接下来使用 `open` 打开一个想要连接到标准输入 `stdin` 上的文件。当前的最低可用文件描述符为 0，因此打开的文件被连接到标准输入上。

方法 2: open-close-dup-close 策略

首先，打开 `stdin` 将要重定向的文件，这个调用返回一个不为 0 的文件描述符 `fp`。接下来关闭文件描述符 0，再调用 `dup(fp)` 将文件描述符 `fp` 做一个复制，此次复制使用最低可用文件描述号 0，因此获得的文件描述符为 0。最后使用 `close(fp)` 关闭文件的原始连接，只留下文件描述符 0 的连接。

方法 3: open-dup2-close 策略

用系统调用 `dup2(fp, 0)` 来替换方法二中的 `close(0)` 和 `dup(fp)`。`dup2(old, new)` 将文件描述符 `old` 复制到文件描述符 `new`，在此之前，它先将文件描述符 `new` 上已经存在的连接关闭。

(7) 输出重定向

初始情况，进程运行在用户空间，文件描述符 1 连接在打开的文件 `f` 上，父进程调用 `fork()` 后出现子进程，子进程包含了与父进程相同的代码、数据和打开文件的文件描述符，然后子进程调用 `close(1)` 关闭文件描述符 1，而父进程中的文件描述符仍然指向文件 `f`，接下来子进程打开文件 `g`，文件 `g` 连接到子进程中最低可用的文件描述符 1，这样程序运行的结果便被写入到了文件 `g` 中。

3. 参考资料

(1) W.Richard Stevens, Stephen A.Rago 著，尤晋元等译. UNIX 环境高级编程（第二版）.北京：人民邮电出版社。

(2) Gray Nutt 著，潘登等译. Linux 操作系统内核实习. 北京：机械工业出版社。

(3) (美) 莫雷 (Molay, B) 著，杨宗源，黄海涛 译. Unix/Linux 编程实践教程. 北京：清华大学出版社。

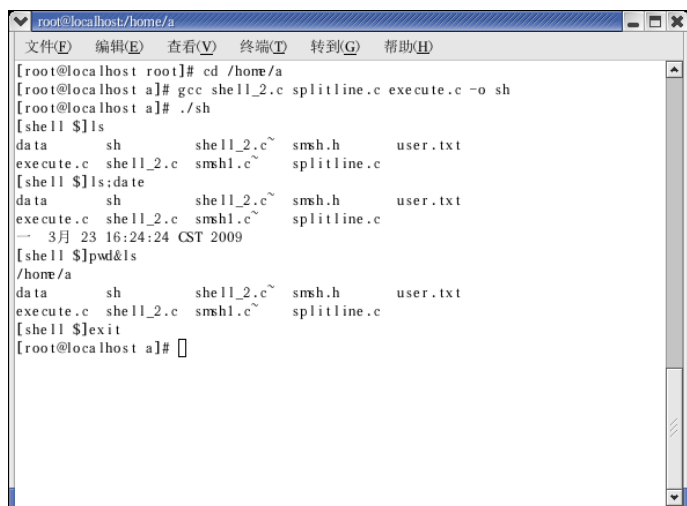
4. 示例效果

实现以下功能：

(1) 能够对输入的多条命令解析，每条指令之间用 “;”、“&” 或者回车符来结束，输入 `exit` 可以退出 `shell` 程序。运行结果如图 4-88 所示。

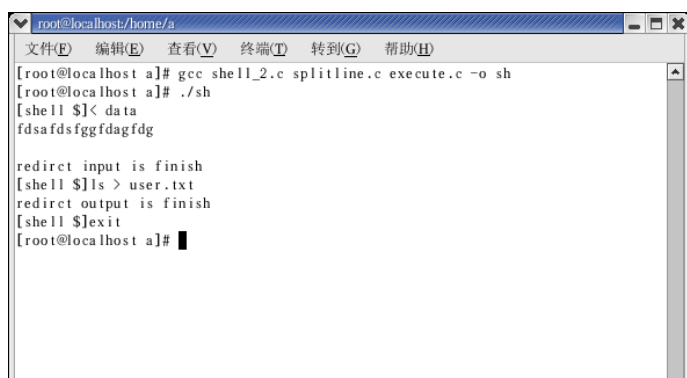
(2) 能够实现输入重定向，输入 “< 重定向的输入文件名”，可以在屏幕上显示重定向文件中的内容。

(3) 能够实现输出重定向，输入 “命令名（如 `ls,date,pwd`） > 重定向的输出文件名”，可以在重定向的输出文件中看到命令名运行后的结果。运行结果如图 4-89 所示。



```
root@localhost/home/a
[root@localhost root]# cd /home/a
[root@localhost a]# gcc shell_2.c splitline.c execute.c -o sh
[root@localhost a]# ./sh
[shell $]ls
data      sh          shell_2.c~  smsh.h      user.txt
execute.c shell_2.c  smsh1.c~   splitline.c
[shell $]ls:date
data      sh          shell_2.c~  smsh.h      user.txt
execute.c shell_2.c  smsh1.c~   splitline.c
一  3月 23 16:24:24 CST 2009
[shell $]pwd&ls
/home/a
data      sh          shell_2.c~  smsh.h      user.txt
execute.c shell_2.c  smsh1.c~   splitline.c
[shell $]exit
[root@localhost a]#
```

图 4-88 未加入 I/O 重定向前的命令解析



```
root@localhost/home/a
[root@localhost a]# gcc shell_2.c splitline.c execute.c -o sh
[root@localhost a]# ./sh
[shell $]< data
fdsafdsfggfdagfdg

redirect input is finish
[shell $]ls > user.txt
redirect output is finish
[shell $]exit
[root@localhost a]#
```

图 4-89 加入 I/O 重定向后的命令解析

data.txt 文档中的内容如图 4-90 所示。



图 4-90 data.txt 文档内容

重定向输入到终端显示的字符为 fdsafdsfggfdagfdg，与文档内容一致。
重定向输出结束后，会生成一个名为 user.txt 的文件，其内容如图 4-91 所示。

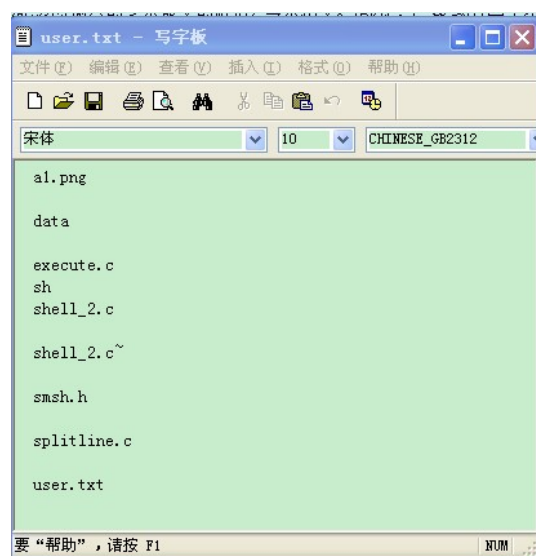


图 4-91 user.txt 文档内容

四、进度安排（见表 4-38）

表 4-38 定制自己的 shell 项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第一周	2 天	明确项目需求，整理编写思路
	1 天	熟悉 gcc 编译器
	1 天	了解 Linux shell 命令行解析的原理
	1 天	理解 Linux 下的 I/O 重定向原理
	2 天	掌握 shell 如何使用 fork()、execve() 和 wait() 来运行程序
第二周	2 天	实现一个 C 语言程序作为 Linux 内核的 shell 命令行解释程序
	2 天	对程序进行修改，增加功能以使用户可以使用“;”、“&”或者回车符作为命令结束符
	2 天	修改程序，以使用户可以通过使用“<”和“>”作为文件名前缀来重定向 stdin 和 stdout 文件描述符
	1 天	完善项目并对此项目进行总结

4.6.2 存储管理程序及其测试

适用对象	二年级学生
开设学期	二年级下学期或二年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	C 语言

一、实训目的

通过实现一个内存管理程序，使学生掌握操作系统内存管理的基本原理，以及相关算法基本思想和 C 语言程序设计的基本方法，包括：

- (1) 掌握结构体类型数据的定义方法和引用方法。
- (2) 理解固定分区与动态分区存储原理。
- (3) 掌握最先适应法、最佳适应法、最坏适应法分配算法。
- (4) 理解操作系统中内存分配的策略。
- (5) 熟悉 C 语言程序设计编程规范。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

设计一个模拟操作系统的内存管理程序，提供动态、静态分配和回收两种策略。学生必须实现内存分配、内存分配调整、释放和回收这 4 个功能，提供用户调用 API 的函数，并搭建测试平台，能够对该内存管理程序进行模拟测试。

在该内存管理程序设计中，要考虑以下问题：

- (1) 快速性。要求内存分配过程要尽可能快，采用简单、快速的内存分配方案。
- (2) 可靠性。要求尽可能降低碎片的产生，以保证系统的稳定。
- (3) 通用性。要求该内存管理程序可适应不同的硬件和软件环境。

参考的函数接口及其功能如下：

(1) `Void mem_init(void)`

功能：初始化分配一块内存。

(2) `void * mem_malloc(mem_size_t size)`

功能：采用一定的内存分配策略（最先适应法、最佳适应法、最坏适应法分配算法）进行内存空间分配。size 为要分配的空间大小，返回所分配的空间地址。

(3) `Void mem_free(void *rmem)`

功能：实现对实际使用空间 rmem 的释放，并实现碎片管理。rmem 指实际可用的内存区域。

(4) `void * mem_realloc(void *rmem, mem_size_t newsize)`

功能：调整现有的可用的数据值的大小，并把可能的碎片合并，返回 rmem 地址。rmem 为数据区域，newsize 为需要的新数据区的大小。

2. 设计要求

- (1) 理解算法思想，写出内存管理程序所采用的主要算法。
- (2) 画出数据结构图。
- (3) 程序给出的接口要尽量和操作系统给出的接口相似（参数和用法）。
- (4) 写出测试程序，能直观地显示内存分配、内存分配调整、释放和回收的情况。
- (5) 给出测试和分析结果。

3. 开发环境

操作系统：Windows。

开发语言：C 语言。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

- A、首先理解操作系统的内存管理算法。
- B、根据要求，模拟操作系统的内存分配，写出相应的模拟程序。
- C、写出测试程序并测试内存分配程序的功能。

(2) 相关知识点（见表 4-39）

表 4-39 存储管理程序及其测试项目开发相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
存储管理	结构体定义	<code>struct</code> 结构体名 {类型 1 成员 1; 类型 2 成员 2; 类型 <i>n</i> 成员 <i>n</i> ; };
	内存保护	采取一种预分配机制以保护内存中的程序和数据段，即先静态地从内存中划分出一个大小固定的内存空间，然后在此固定内存空间上进行内存再分配，一部分用作固定的静态存储块组，另一部分用作动态存储区；其中动态部分具有可再分配、再回收等特性，可大大提高系统的可控性和可靠性
	静态内存分配	预先分配固定大小的一个内存块组，这种分配方法在编译或链接时已经将指定的内存空间分配好，不会出现分配失败的情况，且速度快。比如，先分配 20 个 256 字节的内存块，10 个 512 字节的内存块，5 个 1512 字节的内存块。静态存储管理会根据以上的宏自动在内存中静态定义一大片内存用于内存块组。在内存分配申请时，自动根据所请求的大小，选择最适合它的长度的内存块组去申请，如果上述最适合长度的池中沒有空间可以使用，分配器将从更大长度的池中去申请，不过这样会浪费更多的内存
	动态存储管理	其原理是在一个事先定义好大小的内存块中进行管理，采用某种内存分配策略从中切割出合适的块，并把剩余的部分返回到动态内存堆中。内存释放的过程正好相反，但分配器会查看该节点前后相邻的内存块是否空闲，如果空闲则合并成一个大的内存空闲块。 采用这种分配策略，其优点是内存浪费小，比较简单，适用于小内存的管理；其缺点是如果频繁地进行动态分配和释放，可能会造成严重的内存碎片，如果碎片情况严重，可能会导致内存分配不成功。对于动态内存的使用，比较推荐的方法是分配->释放->分配->释放，这种使用方法能够减少内存碎片
	常见的内存分配、重分配和回收函数（供参考）	<code>malloc/free</code> 从堆上分配指定大小的字节数并返回 <code>void</code> 类型，如分配失败，则返回 <code>NULL</code> 。 <code>malloc</code> 分配的字节数可能比指定的字节要多，这是由内存对齐方式决定的， <code>malloc</code> 实际上调用了 <code>HeapAlloc</code> 函数，因此 <code>malloc</code> 分配的内存也不能跨进程调用。 <code>realloc/free</code> 重新分配内存并返回 <code>void</code> 类型，如果没有足够的内存来扩展内存块，则原来的指向内存的指针无变化，并返回 <code>NULL</code> ；如果重新分配大小设为 0，而释放原来的内存块，并返回 <code>NULL</code>
	存储管理的配置	采用宏替换技术配置相关参数和内存大小，比如 CPU 体系结构、指令长度、对齐方式、存储方式等不同都会对数据处理带来影响，任何系统都可以根据系统资源的实际情况对内存大小和参数进行设置，提高存储管理程序的通用性


```
Now try to manage the memory. . . . .
Please input the allocating bytes:60
Start to allocate the memory. . . . .
The allocated size is 60 bytes
The start of the allocated address is 42ddd0
The end of the allocated adrees is 42de0c
. . . . .
The memory has been allocated . . . . .
```

图 4-93 分配内存

```
Do you want to reallocate the memory?y/n:y
Input the reallocating bytes:30
Start to reallocate the memory . . . . .
The start of the reallocated address is 42ddd0
The end of the reallocated address is 42ddee
. . . . .
The memory has been reallocated . . . . .
```

图 4-94 调整内存分配

```
Now begin to free the space . . . . .
Start to free the allocated memory . . . . .
The start of freed address is 42ddd0
. . . . .
The memory has been freed . . . . .
```

图 4-95 释放已分配的内存空间

```
Now try to manage the memory. . . . .
Please input the allocating bytes:16001
Start to allocate the memory. . . . .
Failed to allocate the space. . . . .
```

图 4-96 内存分配失败

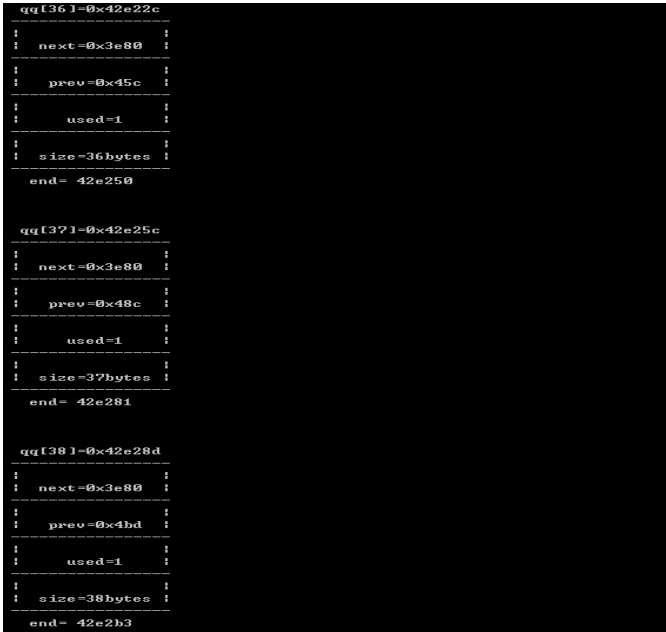


图 4-97 动态内存分配的链表结构图

四、进度安排（见表 4-40）

表 4-40 存储管理程序及其测试项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	查询项目要求，整理思路	对系统的功能进行初步了解
	2 天	查阅内存管理算法相关资料	理解内存管理的算法思想
	1 天	了解结构体的知识，创建基本内存块结构体	掌握利用结构体完成存储管理中各种基本内存块的创建
	1 天	按照项目要求，查阅预分配机制和宏替换技术方面的知识	掌握如何在存储管理程序中应用预分配机制和宏替换技术
第二周	3 天	<ul style="list-style-type: none">● 实现静态存储管理● 实现动态存储管理	完成各种分配、重分配和回收函数的功能，并给出相应的接口函数
	2 天	<ul style="list-style-type: none">● 完成测试程序的编写● 测试、项目总结	完善程序，验机，提交实验报告

4.6.3 文件系统设计

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级下学期或三年级小学期
项目方式	个人独立完成
实训周数	2~3 周
预备知识	C++语言

一、实训目的

通过编程模拟实现 UNIX 文件系统，学生应掌握 C++语言程序设计的基本方法，并加深理解操作系统文件系统的内部功能和内部实现，包括：

- （1）掌握 C++语言结构体类型数据的定义方法和引用方法。
- （2）熟悉 C++语言程序设计编程规范。
- （3）掌握文件系统工作原理，理解文件系统的实现方法。
- （4）学习使用高效的数据结构和经典算法。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

设计一个简单的多用户二级文件系统，利用内存（模拟外存文件系统存储空间）模拟一个磁盘分区，模拟小型文件系统中的文件操作，提供创建、打开、读/写、关闭、删除文件等一系列功能。要求如下：

- （1）实现以下命令（至少 5 条）：
 - login 用户登录。
 - dir 显示当前目录下所有子目录和文件。

- create filename 创建文件。
- delete filename 删除文件。
- open filename 打开文件。
- close filename 关闭文件。
- read filename 显示当前目录下指定数据文件的内容。
- write filename 创建数据文件并进行写操作。
- exit 当前用户注销，新用户登录。
- cd 切换目录。
- help 显示帮助选项。

(2) 列目录时要列出文件名、物理地址、保护码和文件长度。

(3) 源文件可以进行读/写保护。

2. 设计要求

(1) 对需求进行分析，将功能进行分解。

(2) 画出功能模块图。

(3) 采用树形目录结构，使用 I 节点对文件进行管理。

(4) 对合法的命令，执行相应的处理程序；否则输出错误信息，继续等待新命令，直到输入 exit 命令退出为止。

3. 开发环境

操作系统：Windows XP。

开发语言：C++语言。

三、项目指导

1. 相关知识

(1) 开发流程

A、需求分析，将功能要求合理划分为功能模块，设计实现方法。

B、设计每一个函数的首部，用程序流程图等形式描述函数内部执行流程。

C、定义数据结构，如主文件目录、用户文件目录等用结构体变量存储。

D、编写程序，从主函数起，逐步细化实现每一个函数。

E、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。

(2) 相关知识点（见表 4-41）

表 4-41 文件系统设计项目开发相关知识点

基本知识和知识要素		知 识 点
文件 系统	文件系统定义	文件系统是操作系统中与文件管理有关的软件和数据结构的集合。文件系统由三部分组成：与文件管理有关的软件、被管理的文件以及实施文件管理所需的数据结构。从系统角度来看，文件系统是对文件存储器空间进行组织和分配，负责文件的存储并对存入的文件进行保护和检索的系统。具体地，它负责为用户建立文件，存入、读出、修改、转储文件，控制文件的存取，当用户不再使用时撤销文件等
	文件系统功能	<ul style="list-style-type: none">● 建立、删除、读/写、修改、复制文件；● 统一管理文件的存储空间，分配与回收存储区；● 按名存取；● 存取控制

基本知识和知识要素		知 识 点
文件 系统	文件管理的任务	<ul style="list-style-type: none">● 合理存放信息，对辅存空间进行统一管理，创建新文件时为它分配空间，删除文件时回收空间；● 按名存取信息，要有用户可见的文件逻辑结构，它独立于物理设备；● 便于存放和加工信息，文件在存储设备上应按一定的顺序存放，这种存放方式叫做文件的物理结构；● 实现对存储设备上的文件信息的查找；● 文件的共享与保护，解决文件命名中的冲突，进行存取权限的控制
	文件存储空间管理算法	<p>文件存储空间管理实质是空闲块的组织和管理问题，它包括空闲块的组织、空闲块的分配与空闲块的回收等问题。有 4 种常用的空闲块管理方法：</p> <p>(1) 空闲文件目录。</p> <p>(2) 空闲块链。</p> <p>(3) 位示图。基本思想：系统首先从内存中划出若干字节，为每个文件存储设备建立一张位示图，每个文件存储设备的物理块都对应一位，其值反映每个文件存储设备的使用情况。</p> <p>(4) 空闲块成组链接法。把所有空闲盘块按固定数量分组，组中的头一块为“组长块”，第一组的空闲块块号放在第二组的组长块中，而第二组的其余 49 块是完全空闲的。第二组的 50 块块号又放在第三组的组长块中。依次类推，组与组之间形成链接关系</p>
	文件目录分类	<p>文件目录分类：单级、二级、多级。</p> <ul style="list-style-type: none">● 单级目录。所有文件一张目录表，每个文件占用一项，存放说明信息，一个文件一个说明表。这种算法的优点是简单，但是无法解决命名冲突问题，搜索速度慢，只能按连续结构或顺序结构存放。● 二级目录。二级目录结构中，以用户为单位把各自的文件说明划分为不同的组。不同组名的有关存取控制信息存放在 OK 主目录（MFD）的目录项中，用户文件的文件说明所组成的目录文件被称为用户文件目录（UFD）。● 多级目录。把二级目录的层次关系加以推广形成了多级目录。在多级目录结构中，除了最低一级的物理块中装有文件信息外，其他每一级目录中存放的都是下一级目录或文件的说明信息

2. 相关提示

(1) 采用两级目录，其中第一级对应用户账号，第二级对应用户账号下的文件。

(2) 虚拟文件系统用一个 `unix.txt` 文件来模拟。在 `unix.txt` 中存放文件目录信息和创建的文件。文件系统被分成 100 个盘块，每个盘块占用 512 字节再加一个 `'\n'`。第 0#号盘块存放主文件目录，第 1#号盘块存放文件属性信息。每个用户最多可以建立 16 个文件。

(3) 文件系统中的空闲文件采用链表链接起来。每一次进入文件系统，填充程序中的目录结构，或者初始化，或者从 `unix.txt` 文件中读取。

(4) 程序的执行流程如图 4-98 所示。

(5) 关键数据结构参考定义如下。

① 内存 I 节点。为磁盘 I 节点的镜像，但比磁盘 I 节点多几个数据项。它只存在于内存中，并且用散列（Hash）函数串联在一起。

```
struct inode
{
    struct inode *i_forw;
    struct inode *i_back;
    char i_flag;
    unsigned int i_ino;
```

```
unsigned int i_count;
unsigned short di_number;
unsigned short di_mode;
unsigned short di_uid;
unsigned short di_gid;
unsigned long di_size;
unsigned short di_addr[NADDR];

};
```

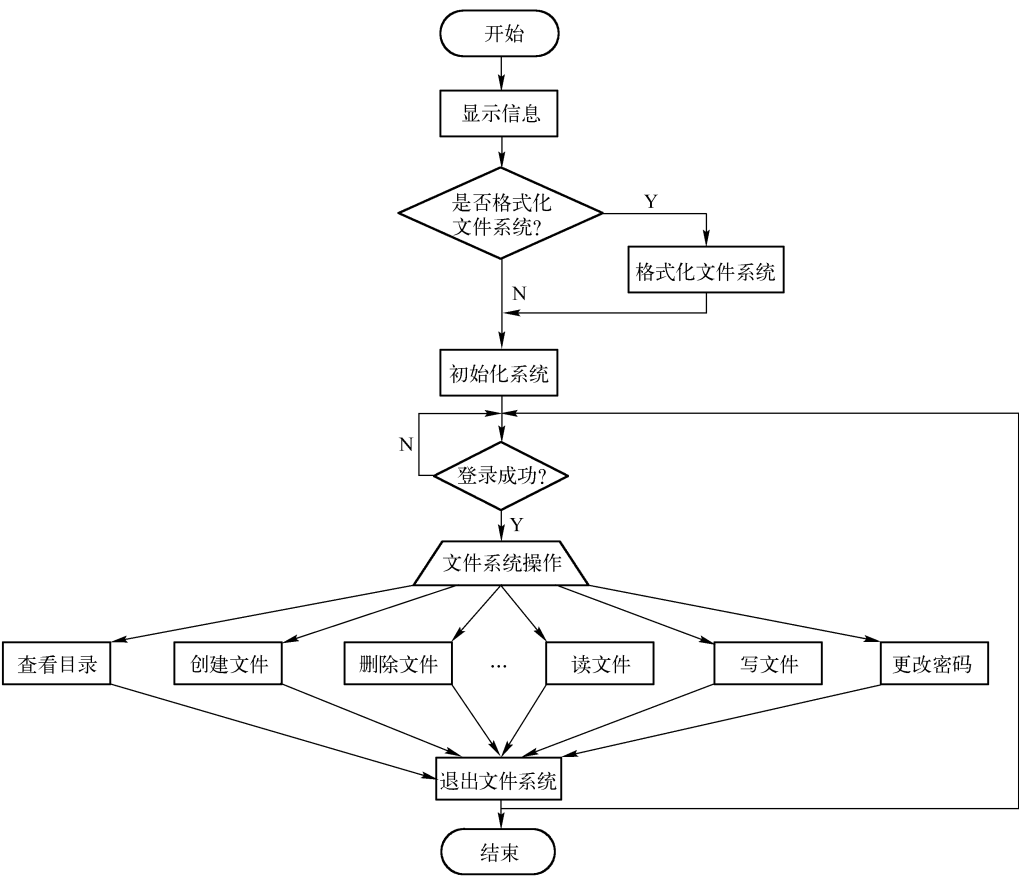


图 4-98 程序执行流程图

② 磁盘 I 节点（保存）。磁盘上各节点的信息。

```
struct dinode
{
    unsigned short di_number;
    unsigned short di_mode;
    unsigned short di_uid;
    unsigned short di_gid;
    unsigned long di_size;
```

```
    unsigned short di_addr[NADDR];
};
```

③ 目录项结构。

```
struct direct
{
    char d_name[DIRSIZ];
    unsigned short d_ino;    //wentu ,ÃÏshort
};
```

④ 超级块。保存整个文件系统的重要信息。当文件系统被装入时读入内存，退出文件系统时再回写到磁盘上。

```
struct filsys
{
    unsigned short s_isize;
    unsigned long s_fsize;
    unsigned int s_nfree;
    unsigned short s_pfree;
    unsigned int s_free[NICFREE];
    unsigned int s_ninode;
    unsigned short s_pinode;
    unsigned int s_inode[NICINOD];
    unsigned int s_rinode;
    char s_fmod;
};
```

⑤ 用户密码。

```
struct pwd
{
    unsigned short p_uid;
    unsigned short p_gid;
    char password[PWDSIZ];
};
```

⑥ 目录

```
struct dir
{
    struct direct direct[DIRNUM]; //128
    int size;
};
```

⑦ 查找内存 I 节点散列（Hash）表，用来串联内存 I 节点。

```
struct hinode
```

```

{
    struct inode *i_forw;
};

```

⑧ 系统打开表。用于存放整个系统中打开的所有文件的信息。

```

struct file
{
    char f_flag;
    unsigned int f_count;
    struct inode *f_inode;
    unsigned long f_off;
};

```

⑨ 用户打开表。用于记录某个用户打开的文件的信息。

```

struct user
{
    unsigned short u_default_mode;
    unsigned short u_uid;
    unsigned short u_gid;
    unsigned short u_ofile[NOFILE];
};

```

3. 参考资料

- (1) 周霭如, 林伟健. C++程序设计基础 (第3版). 北京: 电子工业出版社, 2010.
- (2) 谭浩强. C++程序设计. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- (3) 汤子瀛, 汤小丹等. 计算机操作系统 (第三版) (第六章 文件管理; 第十章 UNIX 系统内核结构). 西安: 西安电子科技大学出版社, 2007.

4. 效果图 (见图 4-99 至图 4-104)

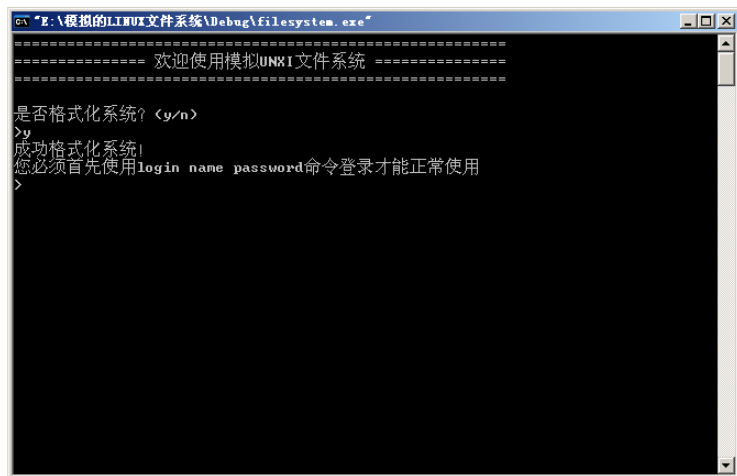


图 4-99 格式化虚拟的文件系统



图 4-100 登录后查看可用的命令

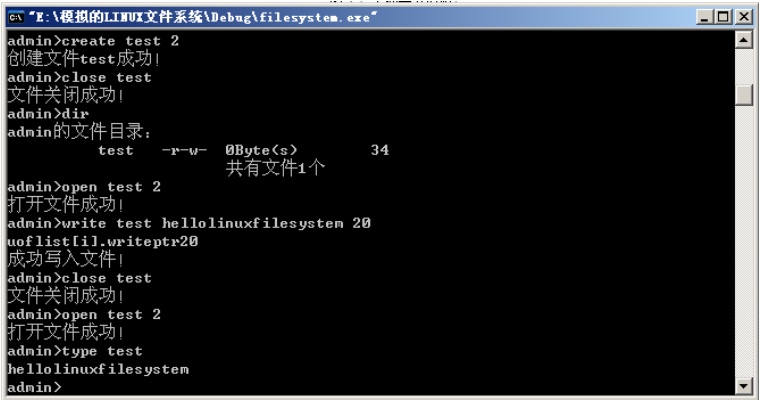


图 4-101 文件操作

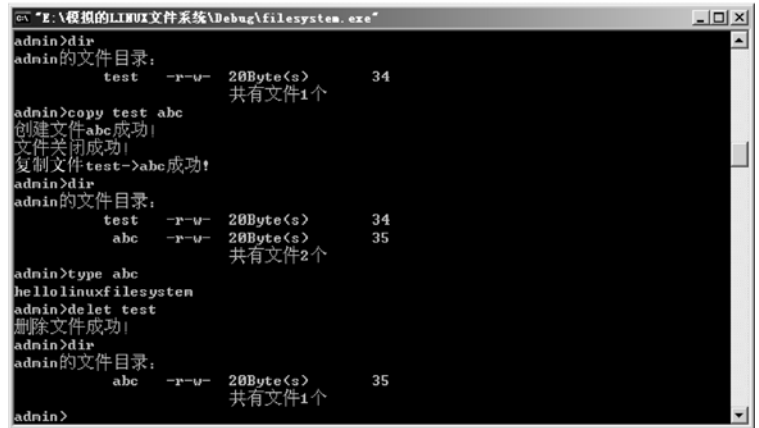


图 4-102 复制和删除文件

```

C:\E:\模拟的LINUX文件系统\Debug\filesystem.exe
admin>dir
admin的文件目录:
      abc  -r-w-  20Byte(s)      35
              共有文件1个

admin>chmod abc 0
修改读写属性成功!

admin>open abc 2
文件属性不合法! 不能打开文件!

admin>open abc 0
打开文件成功!

admin>write abc newtesttowritetofile 20
文件只读!

admin>close abc
文件关闭成功!

admin>type abc
hellolinuxfilesystem
admin>dir
admin的文件目录:
      abc  --r--  20Byte(s)      35
              共有文件1个

admin>
```

图 4-103 改变文件属性并验证结果

```

C:\E:\模拟的LINUX文件系统\Debug\filesystem.exe
admin>dir
admin的文件目录:
      abc  --r--  20Byte(s)      35
              共有文件1个

admin>logout
admin您已经退出系统!
如果还有其他用户登录, 请输入login 用户名 密码
想退出输入 exit
>login admin ad
密码错误
重新输入密码: admin

admin>dir
admin的文件目录:
      abc  --r--  20Byte(s)      35
              共有文件1个

admin>
```

图 4-104 退出后重新登录

四、进度安排（见表 4-42）

表 4-42 文件系统设计项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	复习 C++语言基本语法知识	熟练使用 C++语言
	2 天	查找资料, 了解操作系统文件系统方面的知识	对文件管理方式理解透彻, 对多级目录结构的文件系统深入掌握
	2 天	需求分析, 分解程序功能, 画出功能模块图和程序流程图, 详细设计每一个命令的实现流程	完成项目的概要设计说明书和详细设计说明书, 每一个模拟命令均由程序流程图说明实现过程
第二周	3 天	<ul style="list-style-type: none">● 完成结构头文件和主函数● 详细编写每一个子功能的实现函数	编写代码, 完成程序的所有功能
	2 天	<ul style="list-style-type: none">● 对完成的程序进行测试● 剔除 bug, 改进程序● 项目总结	完善系统, 验机, 提交实验报告

4.7 嵌入式专题

4.7.1 “连连看”游戏

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级下学期或四年级上学期
项目方式	个人独立或者小组合作完成
实训周数	2~3 周
预备知识	C++, C# 语言, 嵌入式系统

一、实训目的

通过实现一个“连连看”游戏程序，使学生掌握面向对象技术程序设计的基本方法，以及嵌入式程序设计的相关技术，包括：

- （1）掌握面向对象程序设计方法中涉及的基本概念，并能灵活应用。
- （2）学习使用 Visual Studio 2005 集成开发环境，实现简单的移动设备应用程序。

二、实训内容及要求

1. “连连看”游戏的主要规则

“连连看”游戏的主要规则：两个模块（这里用两个卡片来实现）连通之后就可以消除，玩家连续单击两个模块，直到将画面中的所有模块都消除为止。它是单人游戏。连通的规则是两个模块之间不能超过两个拐点，并且拐点之间不能有别的模块阻挡。复杂游戏已经有了多人对战的版本，有的版本还有时间限制。

编写应用软件需要明确需求。这里只要求实现最简单的“连连看”游戏功能。根据需求提取出核心算法——如何识别两张可以消除的相同卡片，即如何连通两张不超过两个拐点的卡片。

2. 算法的实现原理

根据游戏规则，每两张相同卡片之间的拐点不能超过 2 个，并且拐点之间不能有别的模块阻挡。因此要判断两张卡片是否连通，需要判断中间的 2 个拐点和其余部分是否连通。示意图如图 4-105（a）所示，清晰地标明了起始点、目标点、拐点 1 和拐点 2。而要想判断这 4 个点是否连通，则需要判断每 2 个点之间是否连通。基于这样的一种判断思路，分别设计如下三个函数：

```
Linked(int src, int dest)
Connected(int row1, int col1, int row2, int col2, int row3, int col3, int row4, int col4)
Through(int srcRow, int srcCol, int destRow, int deskCol, bool skipSrc)
```

用（row1，col1）代表起始点所处的行列；（row4，col4）代表目标点所处的行列；（row2，col2）和（row3，col3）代表两个拐点所处的行和列。具体代码的实现后面解释。

那么如何选定两个拐点呢？步骤如下：

步骤 1 首先选定起始点和目标点二者之间的中心点。

步骤 2 以中心点所处的行为基线，向下寻找两个拐点。其中拐点 1 所处的列等于起始点的列，拐点 2 所处的列等于目标点的列。

步骤 3 以中心点所处的列为基线，向左寻找两个拐点。其中拐点 1 所处的行等于起始点的行，拐点 2 所处的行等于目标点的行。

步骤 4 以中心点所处的行为基线，向上寻找两个拐点。其中拐点 1 所处的列等于起始点的列，拐点 2 所处的列等于目标点的列。

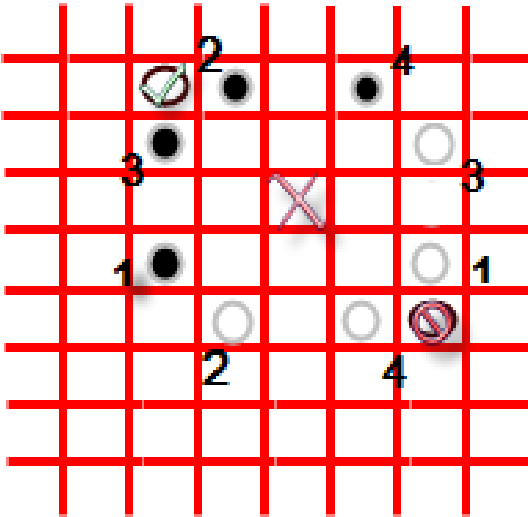
步骤 5 以中心点所处的列为基线，向右寻找两个拐点。其中拐点 1 所处的行等于起始点的行，拐点 2 所处的行等于目标点的行。

步骤 6 重复步骤 2~5，直到找到合适的两个拐点为止。

这一过程如图 4-105（b）所示。其中“√”代表起始点；“⊙”代表目标点；“×”代表中心点；数字代表寻找拐点的 4 个方向；实心圆代表拐点 1；空心圆代表拐点 2。



(a)



(b)

图 4-105 “连连看”拐点示意图

3. 开发环境

操作系统：Windows。

开发语言：C# 或者 C++ 语言。

开发环境：Visual Studio 2005 集成开发环境（建议）。

三、项目指导

1. 相关知识点（开发流程）

A、需求分析，将功能要求合理划分为功能模块。

- B、定义类和相关实体，对各个类的相关功能进行划分。
- C、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。

2. 相关提示

(1) Object 类

这里的 Object 类是所有对象的基类。在这个游戏中，图形的绘制、选中标志等都需要计算相应位置的坐标、源图像的坐标等。因此根据面向对象的思想，把所有这些属性抽象成一个基类。在这里，基类中包含了相关的基本操作，这样当再派生具体类（如背景卡片）时，只需要继承这个类就可以了。这就是 Object 类的作用。

(2) Card 类

它是 Object 类的子类，继承了父类的所有功能，同时又具备自己的一些特性。Card 类对应程序中单个的小卡片。在这个类中各个成员变量和常量的含义如表 4-43 所示。

表 4-43 Card 类中成员变量和常量含义

名 称	类 型	含 义
TYPE_MAX	常量 const	卡片类型的总数。音乐符号、琴、鼓等都算作不同类型卡片
WIDTH	常量 const	卡片的宽度
HEIGHT	常量 const	卡片的高度
type	变量 int	卡片的种类。在这里其取值范围为 0~19

(3) Cards 类

Cards 类代表卡片的集合，是处理卡片集合相关的事件。用这个集合类中的每一个元素表示每一张卡片，实现卡片的处理、绘制和重置三个功能。其常量及变量含义如表 4-44 所示。

表 4-44 Cards 类常量及变量含义

名 称	类 型	含 义
LEFT	常量 int	卡片集合左上角的 X 坐标。需要说明，这里的卡片集合指放在背景画面上的所有卡片。初始值为 24
TOP	常量 int	卡片集合左上角的 Y 坐标。初始值为 52
WIDTH	常量 int	卡片集合的宽度。初始值为 192
HEIGHT	常量 int	卡片集合的高度。初始值为 216。通过上面这 4 个初始值可以知道，本游戏的卡片集合画面是放在从坐标（24，52）开始，宽度为 192，高度为 216 的区域中
game	Game 类的一个实例	表示对象所属的实例
rows	变量 int	卡片集合的行数
cols	变量 int	卡片集合的列数
count	变量 int	卡片集合中卡片的数量。在本程序中卡片共有 72 张
selected	变量 int	表示被选中卡片的编号。在本程序当中，用-1 表示没有卡片被选中时的情况，其取值范围为-1~（count-1）
cards	Card 类的数组实例	卡片的对象数组。表示数组中的每个值都是 Card 类型的

(4) Game 类（见表 4-45）

表 4-45 Game 类对象列表

名 称	含 义
gxPhys	在前台绘制图形，用于图形的显示
imageOff	在后台需要绘制的图形
gxOff	在后台绘制图形，用于图形的显示
imageBack	背景源图形
imageAttr	指定源图形的透明颜色信息。和前面一样，本游戏中统一为 Color.FromArgb(255,0,255)
cards	卡片集合对象
random	随机数生成器
running	游戏是否正在运行

3. 参考资料

- (1) 郑阿奇. C#实用教程. 北京：电子工业出版社，2008。
- (2) 姜波. 宁峰. Vsual C# 2005 智能设备程序设计. 北京：机械工业出版社，2007。
- (3) 姜波, Windows Embedded CE 6.0 程序设计实战. 北京：机械工业出版社，2009。
- (4) 张绮文, 解书钢. ARM 嵌入式常用模块与综合系统设计实例精讲（第 2 版）. 北京：电子工业出版社，2008。

四、进度安排（见表 4-46）

表 4-46 “连连看” 游戏项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	选择开发环境并熟悉它	掌握开发工具的基本用法
	1 天	根据项目需求，整理编程思路，完成程序的基本框架	对系统功能进行设计
	3 天	按照项目需求实现识别两张可以消除的相同卡片的功能	完成识别两张可以消除的相同卡片功能
第二周	2 天	实现连通两张不超过两个拐点的卡片功能	两张图片之间不能超过两个拐点，并且拐点之间不能有别的图片阻挡
	2 天	测试、完善系统	完善系统
	1 天	对系统进行验机，项目总结	验机，提交实验报告

4.7.2 视频播放器设计

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级下学期或四年级上学期
项目方式	个人独立或者小组合作完成
实训周数	2～3 周
预备知识	C++，C# 语言，嵌入式系统

一、实训目的

通过实现一个视频播放器，使学生掌握面向对象技术程序设计的基本方法，以及嵌入式程序设计的相关技术，包括：

- (1) 掌握 DirectShow 技术框架，DirectShow 对数据流的处理过程。
- (2) 掌握过滤器（Filter）各组成部分以及各个部分的作用。
- (3) 掌握 Filter Graph Manager 的功能。
- (4) 熟练应用 DirectShow 的接口。
- (5) 掌握多媒体数据流的处理过程。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

实现播放器对 ASF（Advanced Systems Format）、MPEG（Motion Picture Experts Group）、AVI（Audio-Video Interleaved）、mp3（mpeg audio layer-3）、wav 等多媒体格式文件的播放功能。

2. 设计要求

- (1) 具有打开多媒体文件的功能。
- (2) 具有暂停播放功能，并且再播放时从暂停处开始播放。
- (3) 具有全屏显示功能，且能够重新返回原来的界面。
- (4) 具有停止播放功能。

3. 开发环境

操作系统：Windows。
开发语言：C#语言，VC++。
开发工具：Visual Studio 2005 集成开发环境（建议）。

三、项目指导

1. 相关知识点

- (1) 开发流程
 - A、首先从文件中读取 AVI 数据，形成字节流。
 - B、检查 AVI 数据流的头格式，然后通过 AVI 分割 Filter，将视频流和音频流分开。
 - C、解码视频流，根据压缩格式的不同选取不同的 Decoder Filters。
 - D、通过 Render Filter 重画视频图像。
 - E、音频流送到声卡进行播放，一般采用默认的 DirectSound Device Filter。
- (2) 相关知识点（见表 4-47）

表 4-47 视频播放器设计项目开发相关知识点

DirectShow 的重要接口	接口功能说明
IGraphBuilder	用于构造 Filter Graph 的接口，建立和管理一系列的 Filter，过滤和处理源媒体流
IMediaControl	用于控制多媒体流在过滤器图表中的流动，如流的启动和停止

过滤器（filter）	过滤器功能说明
IMediaEvent	用于捕获播放过程中发生的事件，并通知应用程序，如 EC_COMPLETE 等
IVideoWindow	用于控制视频窗口的属性
IMediaSeeking	用于查找媒体接口，定位流媒体，控制多媒体数据播放，提供精确控制
IBaseFilter	从 ImediaFilter 接口继承，用来定义一个具体的过滤器指针，并对多媒体数据进行处理
IPin	用于管理两个过滤器之间的引脚，从而连接过滤器
IsampleGrabberCB	是 Sample Grabber 过滤器的一个接口，当流媒体数据通过过滤器时，进行采样以获得帧图像
IBasicAudio	声音控制接口
IBasicVideo	图像控制接口（波特率、宽度、长度等信息）
过滤器（filter）	过滤器功能说明
source filter	源过滤器，它引入数据到过滤器图表中，数据来源可以是文件、网络、照相机等。不同的源过滤器处理不同类型的数据源
transform filter	变换过滤器，其工作是获取输入流，处理数据，并生成输出流。变换过滤器对数据的处理包括编/解码、格式转换、压缩/解压缩等
renderer filter	提交过滤器，在过滤器图表里处于最后一级，它们接收数据并把数据提交给外设
splitter filter	分割过滤器，把输入流分割成多个输出。例如，avi 分割过滤器把一个 avi 格式的字节流分割成视频流和音频流
mux filter	混合过滤器，把多个输入组合成一个单独的数据流。例如，avi 混合过滤器把视频流和音频流合成一个 avi 格式的字节流。 过滤器有三种可能的状态：运行、停止和暂停

2. 相关提示

（1）建立多媒体类 CmultiMediaContorl

它是一个通用 C++类，无基类，用于封装媒体文件播放等功能。包含多个控制方法：OpenFile()、VideoRun()、VideoPause()等。

（2）实现 CMultiMediaContorl 类

A、为 CMultiMediaContorl 类添加必要的私有变量，用于定义播放媒体文件播放所需的 DSHOW 接口。

B、定义媒体播放事件对应的 Windows 消息常量 WM_GRAPHNOTIFY，定义可以为：
#define WM_GRAPHNOTIFY WM_USER + 101。

C、实现 CMultiMediaContorl 类的构造函数和析构函数。在构造函数里，将 DSHOW 接口初始化为 NULL，并初始化 COM 环境；在析构函数里，释放 DSHOW 接口并释放 COM 环境。

D、为 CMultiMediaContorl 类添加 InitDShow 和 UnInitDShow 两个私有方法。InitDShow 方法用于初始化 DShow 接口并渲染媒体文件。UnInitDShow 用于释放 DSHOW 接口。

E、为 CMultiMediaContorl 类添加 4 个公有方法，供外部调用。分别是 OpenFile（打开文件），VideoRun（播放视频），VideoPause（暂停视频），VideoStop（停止视频）。视频播

放、暂停、停止等方法通过 IMediaControl 接口调用相关方法来实现媒体流的控制。

F、为 CMultiMediaContorl 类添加 7 个公有方法，用于设置和得到媒体播放属性。这些方法分别是：

- 设置视频显示比例——FitVideoWindow(FLOAT fScale);
- 设置全屏显示——FullScreen();
- 得到是否是全屏显示——GetFullScreenStatus();
- 得到 DShow 播放事件——GetMediaEvent(long *lEventCode);
- 设置播放进度（单位为秒）——SetPositions(DWORD dwPos);
- 得到视频播放当前的位置——BOOL GetCurrentPos(DWORD &dwPos);
- 得到视频文件时间长度（单位为秒）——BOOL GetDuration(DWORD &dwLength)。

(3) 设计主程序窗口

为窗口“打开”、“播放”、“暂停”、“停止”、“全屏”按钮添加响应事件。

(4) 添加定时器

添加一个定时器，用于显示视频播放进度。

(5) 调试

根据相应的功能实现来分块调试，达到更好的调试效果。否则。将会带来不必要的麻烦。

3. 参考资料

- (1) 姜波，宁峰. Visual C# 2005 智能设备程序设计. 北京：机械工业出版社，2007。
- (2) 姜波，Windows Embedded CE 6.0 程序设计实战. 北京：机械工业出版社，2009。
- (3) 张绮文，解书钢. ARM 嵌入式常用模块与综合系统设计实例精讲（第 2 版）。北京：电子工业出版社，2008。
- (4) 陆其明. DirectShow 开发指南. 北京：清华大学出版社，2003。

四、进度安排（见表 4-48）

表 4-48 视频播放器设计项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	选择开发环境并熟悉它	掌握开发工具的基本用法
	2 天	根据项目需求，整理编写思路。熟悉 DirectShow 技术框架，掌握 DirectShow 对数据流的处理方法	对系统的功能进行初步设计，为视频播放器的编程做好准备
	2 天	实现打开多媒体文件	对不同格式的视频文件进行读取，把视频流和音频流分开
第二周	1 天	实现暂停播放功能	可以对打开的视频文件进行暂停播放操作，并且从暂停播放处可以重新播放
	1 天	实现全屏显示功能	可以对打开的视频文件进行全屏显示和恢复原有界面操作
	1 天	实现停止播放功能	可以对打开的视频文件进行停止播放操作
	1 天	测试、完善系统	完善系统
	1 天	对系统进行验机，项目总结	验机，提交实验报告

4.7.3 图片浏览器

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级下学期或四年级上学期
项目方式	个人独立或者小组合作完成
实训周数	2~3 周
预备知识	C++, C# 语言, Windows CE

一、实训目的

通过编写一个简单的图片浏览器，让学生掌握 Windows CE 应用程序的基本开发流程，了解 Windows CE 应用程序和 Win32 应用程序开发之间的区别。主要包括以下内容：

- (1) 掌握 Windows CE 应用程序的建立流程。
- (2) 掌握 Windows CE 应用程序的基本程序框架。
- (3) 掌握基于 Windows CE 模拟器进行 Windows CE 应用程序的开发和调试的方法。
- (4) 在编写代码的过程中，了解 Windows CE API 和 Win32 API 之间的区别。
- (5) 了解 Windows CE 下的图像处理 API 的用法。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

图片浏览器具有基本的图片浏览功能，包括图片浏览、放大、缩小、翻转等功能。可参照图 4-106 中的效果图。

- (1) 图片浏览。当打开某个文件夹时，在一个列表视图中（图 4-106 左侧）显示当前文件夹中的图片缩略图。当在列表中选中某个图片时，在右边显示选中的图片。
- (2) 图片放大/缩小。对选中的图片，通过放大/缩小按钮能对图片放大或缩小。
- (3) 图片翻转功能。对选中的图片进行翻转，翻转后的图片不但要显示出效果，也要将这种效果反映到相应文件夹中。
- (4) 其他附加效果，如图片颜色修改，大小像素修改，灰度值控制等。在完成上述要求后可根据自己的情况，酌情增加新的功能。

2. 设计要求

- (1) 设计要达到需求中的基本要求（附加效果除外）。
- (2) 利用面向对象方法合理地设计各个类，并画出类图。
- (3) 为了防止网上直接复制，完成的效果图要和图 4-106 一致。
- (4) 图片浏览要能实现对 bmp, gif, jpeg 等基本图片格式的浏览。
- (5) 如果用 EVC 实现，在完成程序后，对 EVC 图片处理与 VC 图片处理的区别进行总结并写入实验报告中。

3. 开发环境

操作系统：Windows CE。
开发环境：EVC, Visual Studio 2005 或 2008。
开发语言：C++, C#语言。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

- A、利用 MFC 或 C# 的 Form 设计基本的程序界面。
- B、依次实现要求中的基本功能。
- C、在实现功能时，尽量利用面向对象思想，提高代码的可读性和可移植性。
- D、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。

(2) 相关知识点

A、EVC 下应用程序的 MFC 编程与 VC 一样，不同的是 EVC 的 API 有限，有些在 VC 下能用的图片处理 API 在 EVC 下不一定能用，但它们的编程框架是一样的。

B、Windows CE 是 Unicode 环境，所用的字符都是宽字符。

C、在对图像进行处理时，可以参考网上或书上图像处理方面的例子或代码。

2. 相关提示

(1) Windows CE 跟 Win32 的视图/文档结构所使用的坐标系统不同。如 `pDC->BitBlt(0,0, docWidth,docHeight,memDC,0,0,SRCCOPY)` 语句在 Win32 上没任何问题，由于默认了使用的坐标，每次 `BitBlt()` 都显示正常。但在 Windows CE 平台上，每次 `BitBlt()` 都会从 (0,0) 坐标开始重画，会造成花屏。

(2) 由于一般嵌入式 CPU 相比 PC 都比较慢，所以刷屏慢会出现花屏现象，建议用双缓冲技术。

(3) 如对要完成的功能还有不理解的，可以参考 Windows 下缩略图和图片传真查看器的效果。

3. 参考资料

- (1) 姜波，宁峰. Visual C# 2005 智能设备程序设计. 北京：机械工业出版社，2007。
- (2) 姜波. Windows Embedded CE 6.0 程序设计实战. 北京：机械工业出版社，2009。
- (3) 张绮文，解书钢. ARM 嵌入式常用模块与综合系统设计实例精讲（第 2 版）. 北京：电子工业出版社，2008。
- (4) 李兰友，王学彬. Visual+C# 图像处理程序设计实例. 北京：国防工业出版社。

4. 效果图（见图 4-106）

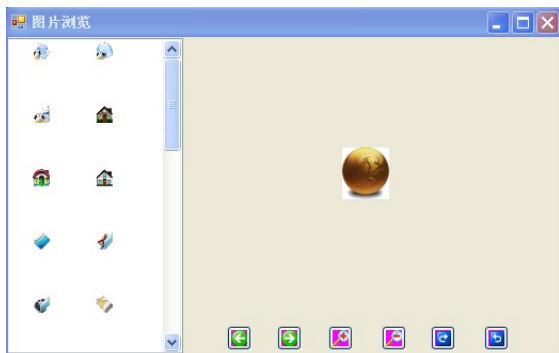


图 4-106 图片浏览器效果图

四、进度安排（见表 4-49）

表 4-49 图片浏览器项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	选择开发环境并熟悉它	掌握开发工具的基本用法
	1 天	查询项目需求，整理编写思路，完成程序的基本框架	对系统功能进行初步设计
	3 天	按照项目需求实现图片浏览功能	完成图片的浏览功能，包括在列表框中显示文件夹内的所有图片（bmp，gif，jpg），并能把选择的图片在图片框中显示出来
第二周	2 天	● 实现“向前”、“向后”两个按钮的功能	● 完成对列表中图片的依次浏览功能，在图片框中显示图片，并改变列表框中图片的焦点
	3 天	● 实现图片的“放大”、“缩小”两个按钮的功能	● 完成对所选图片的放大、缩小功能，在图片框中显示放大或缩小后的效果图，放大的极限是整个图片，缩小的极限为图片本身的大小
第三周	2 天	实现图片“翻转”按钮的功能	完成对所选图片的翻转功能，翻转后的图片在图片框中显示，并反映到列表框和文件夹中
	1 天	● 测试、完善系统	● 完善系统
	2 天	● 对系统进行验机，项目总结	● 验机，提交实验报告

4.7.4 文件传输系统

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级下学期或四年级上学期
项目方式	个人独立或者小组合作完成
实训周数	2～3 周
预备知识	C++、C# 语言

一、实训目的

通过编写一个简单的文件传输系统程序，使系统具有网上文件传输功能（通过 FTP 协议），使 PXA270 终端可以和 PC 进行文件传输；进一步，可以是两台 PXA270 进行文件传输（可选，加分项目），包括：

- （1）掌握 Windows CE 应用程序的建立流程。
- （2）掌握 Windows CE 应用程序的基本程序框架。
- （3）掌握基于 Windows CE 模拟器进行 Windows CE 应用程序的开发和调试方法。
- （4）在编写代码的过程中，了解 Windows CE API 和 Win32 API 之间的区别。
- （5）了解 Windows CE 下的网络编程方法。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

文件传输系统主要完成对 FTP 服务器的连接访问，实现文件上传、下载和删除功能。

（1）连接访问。通过设定 FTP 服务器的 IP 和端口号，完成对服务器的连接，并对服务

器上的文件进行访问。

(2) 文件上传。将本地文件上传到 FTP 服务器上。

(3) 文件下载。从 FTP 服务器下载所需的文件。

(4) 文件删除。删除 FTP 服务器上的文件，主要是对自己上传的文件进行删除。

(5) 其他附加功能。在完成以上功能且时间允许的情况下，可完成两台 PXA270 之间的文件传输。

2. 设计要求

(1) 设计要达到需求中的基本要求（附加功能除外）。

(2) 参照 Windows 网络编程方法，采用 socket 编程完成网络的连接和访问。

(3) 为了防止网上直接复制，完成效果图要和图 4-107 一致。

(4) 文件传输系统要完成 txt, doc 等基本格式文件的上传和下载，文件大小在 10MB 以下。

(5) 如果用 EVC 实现，在完成程序后，对 EVC 下的 socket 与 VC 下的 socket 编程的区别进行总结并写入实验报告。

3. 开发环境

操作系统：Windows CE。

开发环境：EVC，Visual Studio 2005 或 2008。

开发语言：C++，C#语言。

三、项目指导

1. 相关知识

(1) 开发流程

A、利用 MFC 或 C#的 Form 设计基本的程序界面。

B、依次实现要求中的基本功能。

C、在实现功能时，尽量利用面向对象思想，提高代码的可读性和可移植性。

D、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。

(2) 相关知识点

A、EVC 下应用程序的 MFC 编程与 VC 一样，不同的是 EVC 的 API 有限，有些在 VC 下能用的图片处理 API 在 EVC 下不一定能用，但它们的编程框架是一样的。

B、Windows CE 是 Unicode 环境，所用的字符都是宽字符。

C、虽然 Windows CE 对有些网络编程支持不够，但对一些通用的网络编程还是支持的，可以参考 Windows 网络编程。

2. 相关提示

Windows CE 只支持 winsock1.1，不支持 winsock2.2；Windows CE 对 CSocket 的支持不够好，建议用 winsock 编程。

3. 参考资料

(1) 姜波，宁峰. Visual C# 2005 智能设备程序设计. 北京：机械工业出版社，2007。

- (2) 姜波. Windows Embedded CE 6.0 程序设计实战. 北京: 机械工业出版社, 2009。
- (3) 求是科技 黄超. Windows 网络编程. 北京: 人民邮电出版社, 2002。
- (4) [美]Douglas /Boling 著, 北京博彦科技发展有限公司译. Windows CE 程序设计. 北京: 北京大学出版社, 1999。
4. 效果图 (见图 4-107)

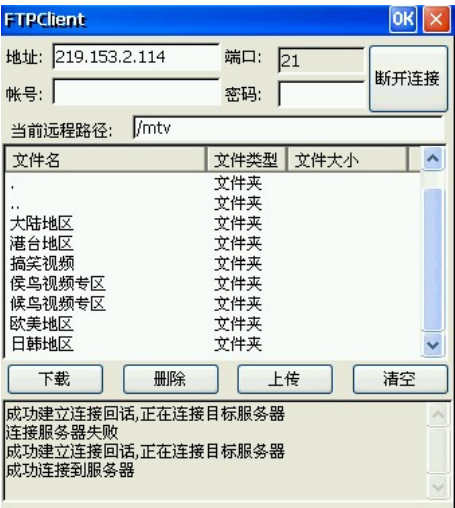


图 4-107 文件传输系统效果图

四、进度安排（见表 4-50）

表 4-50 文件传输系统项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	选择开发环境并熟悉它	掌握开发工具的基本应用
	2 天	查询项目需求，整理编写思路。在 PC 上完成 FTP 服务器的配置	对系统的功能进行初步设计，为文件传输系统的测试配置好服务器
	2 天	按照项目需求，实现文件传输的连接服务器功能，并把服务器下的文件在客户端的列表中显示出来	完成文件传输系统的服务器连接，并能访问服务器，对服务器上的文件能进行“展开”操作
第二周	3 天	● 实现文件传输系统的下载功能	● 选中列表中的文件，通过“下载”按钮，把服务器上的文件下载到本地
	2 天	● 实现文件传输系统的上传功能	● 通过“上传”按钮，再通过弹出的文件选择对话框选择本地文件，并把文件上传到服务器上
第三周	2 天	在得到授权的情况下，完成删除服务器上文件的功能	对列表中选择的服务服务器上的文件进行删除
	1 天	● 测试、完善系统	● 完善系统
	2 天	● 对系统进行验机，项目总结	● 验机，提交实验报告

4.7.5 通讯录

适用对象	三年级学生
开设学期	三年级下学期或四年级上学期
项目方式	个人独立或者小组合作完成
实训周数	2~3 周
预备知识	C++, C# 语言, Windows CE

一、实训目的

通过编写一个简单的通讯录，让学生掌握 Windows CE 应用程序的建立流程，主要是掌握 Windows CE 下数据库的使用。通讯录具有对信息的添加、删除、修改和查询等功能，对通讯录信息的显示要按序排列。

- (1) 掌握 Windows CE 应用程序的建立流程。
- (2) 掌握 Windows CE 应用程序的基本程序框架。
- (3) 掌握基于 Windows CE 模拟器进行 Windows CE 应用程序的开发和调试方法。
- (4) 在编写代码的过程中，了解 Windows CE API 和 Win32 API 之间的区别。
- (5) 了解 Windows CE 下的数据库开发技术。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

通讯录具有对信息的添加、删除、修改和查询等功能，对通讯录信息的显示要按序排列，通过输入字符对通讯录进行有效的过滤和显示，具体效果可参考手机上的通讯录功能。

- (1) 通讯录添加/删除。实现数据库记录的添加/删除操作，并在操作后保持通讯记录的有序性。
- (2) 通讯录修改。实现数据库的修改功能，修改通讯记录的相关属性。
- (3) 通讯录查询。要能提供几种查询方法，如 ID 号、相关属性等。
- (4) 通讯录的过滤和显示。通过输入相应的字符过滤出相关的记录并按序显示出来。
- (5) 其他附加功能。在完成以上功能且时间允许的情况下，可对通讯录的功能进行增加和修改。

2. 设计要求

- (1) 设计要达到需求中的基本要求（附加功能除外）。
- (2) 对通讯录的编程要求用到数据库操作，不能只用数据结构。
- (3) 通讯记录的输入要进行一定的条件检测，如电话号码中不能出现字母。
- (4) 对数据库可以根据自己的情况自主选择，包括 Windows CE 自带的数据库，Access, SOL Server, sqlite 等。

3. 开发环境

操作系统：Windows CE。
开发环境：EVC, Visual Studio 2005 或 2008。
开发语言：C++, C#语言。

三、项目指导

1. 相关知识点

(1) 开发流程

- A、利用 MFC 或 C# 的 Form 设计基本的程序界面。
- B、依次实现要求中的基本功能。
- C、在实现功能时，尽量利用面向对象思想，提高代码的可读性和可移植性。
- D、程序功能测试，减少程序 bug，提高程序质量。

(2) 相关知识点

A、EVC 下应用程序的 MFC 编程与 VC 一样，不同的是 EVC 的 API 有限，有些在 VC 下能用的图片处理 API 在 EVC 下不一定能用，但它们的编程框架是一样的。

B、Windows CE 是 Unicode 环境，所用的字符都是宽字符。

2. 相关提示

通过数据库，可以方便地存储和检索数据，极大地提高了工作效率。在 Windows CE.NET4.2 上，自带了一个数据库，具体可以参考 MSDN 上的网页：Microsoft Windows CE.NET 4.2 Database Reference。由于它最多只支持 4 种排序索引，这种数据库适合存储的数据量较小，要求数据结构相对简单。它支持的数据类型包括 2/4 字节有/无符号整数、日期时间、Unicode 字符串、CEBLOB、布尔和 8 字节有符号值。

数据库的主要操作包括：

(1) 装配数据库卷

```
BOOL CeMountDBVol( PCEGUID pceguid, LPWSTR lpszDBVol, DWORD dwFlags);
```

- pceguid 表示函数调用后获得的数据库文件的 GUID，用于标识数据库文件。
- lpszDBVol 表示装配数据库卷的文件名称。
- dwFlags 表示数据库被装载的方式。

(2) 卸载数据库卷

```
BOOL CeUnmountDBVol(PCEGUID pceguid);
```

- pceguid 表示要卸载的数据库文件的 GUID。

(3) 创建数据库

```
CEOID CeCreateDatabaseEx( PCEGUID pceguid, CEDBASEINFO *lpCEDBInfo);
```

- pceguid 指向已经装配的数据库卷。
- 第二个参数 lpCEDBInfo 指向 CEDBASEINFO 结构。

(4) 打开数据库

```
HANDLE CeOpenDatabaseEx( PCEGUID pceguid, CEOID poid,LPWSTR lpszName,CEPROPID propid,DWORD dwFlags,CENOTIFYREQUEST *pReq);
```

- pceguid 指向已经装配的数据库卷标。
- poid 表示要打开的数据库的 ID 值。
- lpszName 表示要打开的数据库名称。它和 poid 二选一。
- propid 指定在打开数据库时使用哪种排序次序来排序数据库。

- dwFlags 取值可以是 0 或 CEDB_AUTOCREMENT。
- pReq 是指向 CENOTIFYREQUEST 结构的指针。该结构用于当其他进程或线程更改数据库时，给指定的窗口发送通知消息。

(5) 写数据库

```
CEOID CeWriteRecordProps(HANDLE hDbase,CEOID oidRecord,WORD cPropID,CEPROPVAL
*rgPropVal);
```

- hDbase 是打开的数据库句柄。
- oidRecord 是写入记录对象的 ID。
- cPropID 包含由 rgPropVal 指向的属性 ID 结构数组中的项目数量。

(6) 读数据库

```
CEOID CeReadRecordPropsEx( HANDLE hDbase,DWORD dwFlags, LPWORD lpcPropID,CEPROPID
*rgPropID,LPBYTE *lpBuffer,LPDWORD lpcbBuffer,HANDLE hHeap);
```

- hDbase 是已打开数据库的句柄。
- dwFlags 是读取标志。
- lpcPropID 表示参数 rgPropID 指向的 CEPROPID 结构的数量。
- rgPropID 表示要读取的字段。
- lpBuffer 用于存储所读取的记录信息的缓冲区。

(7) 删除记录

```
BOOL CeDeleteRecord(HANDLE hDatabase,CEOID oidRecord);
```

- hDatabase 是数据库的句柄。
- oidRecord 是删除的记录对象的 ID。

(8) 移动指针

```
CEOID CeSeekDatabaseEx(HANDLE hDatabase,DWORD dwSeekType,DWORD dwValue, WORD
wNumVals, LPDWORD lpdwIndex);
```

- hDatabase 是已经打开的数据库句柄。
- dwSeekType 描述查询类型。
- dwValue 表示用查找的偏移量来加载，或者用搜索的属性值来加载。

3. 参考资料

- (1) 姜波，宁峰. Visual C# 2005 智能设备程序设计. 北京：机械工业出版社，2007。
- (2) 姜波. Windows Embedded CE 6.0 程序设计实战. 北京：机械工业出版社，2009。
- (3) 汪兵，李存斌，陈鹏等. EVC 高级编程及其应用技术. 北京：中国水利水电出版社。
- (4) [美]Douglas / Boling 著，北京博彦科技发展有限公司译. Windows CE 程序设计. 北京：北京大学出版社，1999。

4. 效果图（见图 4-108）

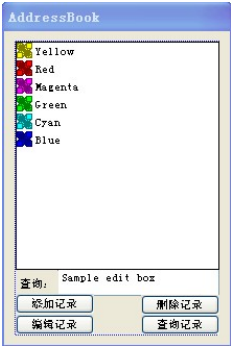


图 4-108 通讯录效果图

四、进度安排（见表 4-51）

表 4-51 通讯录项目开发进度表

时 间		进 度	目 标
第一周	1 天	选择开发环境并熟悉它	掌握开发工具的基本用法
	2 天	查询项目需求，整理编写思路。初步了解数据库操作的基本知识，选择数据库工具，并设计数据库结构	对系统的功能进行初步设计，对 Windows CE 下的数据库编程有一个概念性的理解
	2 天	按照项目需求对所选数据库的基本操作进行实验	学会数据库基本操作，如建立数据库，连接数据库和断开数据库等
第二周	3 天	编写通讯录“添加”和“删除”按钮的相应代码，并保证记录的有序性	通过数据库记录添加和删除操作，完成对数据库记录的更新，保证有序性
	2 天	在完成添加、删除记录功能后，实现对通讯录的编辑、修改、查询以及显示符合查询要求的记录等功能	实现读取数据库记录、写数据库记录和查询数据库记录的功能
第三周	2 天	在完成以上要求后，可对通讯录添加图片，即为通讯记录加上对应的图片显示	在数据库中加入图片，进一步增强对数据库的理解，此项为可选加分项目
	1 天	● 测试、完善系统	● 完善系统
	2 天	● 对系统进行验机，项目总结	● 验机，提交实验报告

第 5 章

综 合 训 练

本章导读

- ✎ Linux 环境下网站发布平台
- ✎ 即时通信系统
- ✎ 邮件服务管理系统

5.1 Linux 环境下网站发布平台

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级小学期或四年级上学期
项目方式	3 人合作完成
实训周数	3~4 周
预备知识	Linux 系统、服务器配置、HTML 语言

一、实训目的

通过本实训，培养学生综合运用所学知识发现、提出、分析和解决实际问题的能力，这是锻炼学生实践能力的重要环节，是对学生实际工作能力的具体训练和考查过程。

- (1) 掌握在 Linux 环境下搭建 Web 服务器的方法。
- (2) 了解有关 Apache 配置的知识。
- (3) 发布个人网站。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

首先安装 Linux 及所需要的软件，然后将个人主页放到 Apache 上，通过网址（不能是 IP 地址）来访问用户的个人主页，网站通过 FTP 上传到 Web 服务器目录中。

- (1) 安装 Linux 及相应的软件。
- (2) 配置 Web 服务器。
- (3) 配置虚拟路径方式的 Web 服务器。
- (4) 配置 Apache 虚拟主机。
- (5) 配置 FTP 服务器。

2. 设计要求

- (1) 配置以自己名字的汉语拼音命名的虚拟目录。
- (2) 网站不能复制、粘贴到 Web 服务器目录里，而是通过 FTP 上传到 Web 服务器目录中。
- (3) 不能通过 IP 地址访问用户网站，而是要配置 DNS 服务器，通过域名访问用户网站。

3. 开发环境

操作系统：Red Hat Linux。

三、项目指导

1. Linux 安装

要进行硬盘分区，读者首先要对 Linux 操作系统分区格式有一定的了解。

- A、设置 boot 分区大小为 100MB。
- B、交换分区 swap 设置为内存的 2 倍。
- C、根分区设置成使用剩余的全部硬盘空间。

2. 配置 Web 服务器

首先清单介绍 Apache Web 服务器。很多 UNIX 操作系统都集成了 Apache，无论是免费的 Linux，FreeBSD，还是商业化的 Solaris，AIX，都包含 Apache 组件。所不同的是，在商业版本中对相应的系统进行了优化，并加进了一些安全模块。

Apache 是由 NCSA 服务器发展而来的，NCSA 是最早的 Web 服务器程序之一，由美国伊利诺依大学 Urbana-Champaign 分校的美国国家超级计算应用中心开发。在发展初期，Apache 主要是一个基于 UNIX 系统的服务器，它的宗旨是建成一个基于 UNIX 系统的、功能更强、效率更高并且速度更快的 Web 服务器，它从其他服务器演变而来，并且添加了大量补丁来增强它在某一方面的性能，所以它被命名为“APAtCHy Server（一个补丁组成的服务器）”。发展到今天，Apache 已经被移植到很多平台上。

Apache 的开发遵循 GPL 协议，它由全球的志愿者一起开发和维护。在保持强大功能及不断更新的同时，它仍然是免费的，并且公开源代码。可以在它的官方网站 <http://www.apache.org/> 上找到最新版本的源代码压缩包或已经在不同平台上编译完成的二进制文件。目前有 ATX/Linux/FreeBSD/Solaris/OS/2/Win32 等多种 UNIX、类 UNIX 和非 UNIX 平台。

在 Web 服务器市场中，Apache 以免费、可靠、快速和良好的扩展性等优点脱颖而出，已经远远超过 Microsoft IIS，Netscape，NSCA……2002 年 6 月时，Apache 就已经占据了 Web 服务器市场 60% 的份额，并且这个份额一直在持续增长，令 Microsoft IIS 难望其项背（当时，Microsoft IIS 仅占 28%）。

用户可以用 Apache 快速建设一个 Web 站点。如果要创建一个日访问量达数百万次的 Web 服务器，Apache 是最佳选择。

3. 配置虚拟路径方式的 Web 服务器

（1）将 blog 文件传送到 Linux 的 /var/www/blog 目录下，建立 blog 目录执行命令：

```
#cd /var/www/  
#mkdir blog
```

（2）通过 ssh 客户端传输工具将 blog 传送到 /var/www/blog 目录下。

（3）传输完成后执行命令：

```
#cd /var/www  
# ls  
# chown -R apache.apache blog  
# ll
```

（4）建立 jude_directory.conf 的虚拟路径配置文件（名字为本例自定义的，表示本例的虚拟路径的配置文件）执行命令：

```
# cd /etc/httpd/conf.d  
# vi jude_directory.conf
```

（5）编辑后保存并退出：

```
Alias /blog "/var/www/blog"
```

```
<Directory "/var/www/blog">
    Options Indexes MultiViews
    AllowOverride None
    Order allow,deny
    Allow from all
</Directory>
```

(6) 将 blog 网页的起始文件改名为 index.html, 这里的示例是将 li.html 更名为 index.html。

(7) 启动 Apache 服务器, 执行命令:

```
# /etc/init.d/httpd start
```

(8) 在 IE 中输入 Web 服务器的 IP 地址, 即 Linux 的 IP 地址, 本例的 Linux 地址为 192.168.21.128, 输入 http://192.168.21.128/blog, 则会出现 blog 页面, 表示虚拟路径方式的 Web 服务器配置成功。

4. Web 服务器虚拟主机方式

首先了解 Apache 虚拟主机配置。

先将之前的虚拟目录配置文件 jude_directory.conf (本例为此名称, 用户可根据自己的需要来命名) 删除, 然后建立虚拟主机的配置文件 (本例为 jude_vhost.conf), 执行命令:

```
# cd /etc/httpd/conf.d
# rm -fr jude_directory.conf
# vi jude_vhost.conf
```

编辑后保存并退出:

```
NameVirtualHost www.jude.com.cn:80
<VirtualHost myblog.jude.com.cn:80>
    DocumentRoot /var/www/blog
    ServerName myblog.jude.com.cn
    ErrorLog logs/myblog.error.log
    CustomLog logs/myblog.access.log common
</VirtualHost>
<VirtualHost mysql.jude.com.cn:80>
    DocumentRoot /var/www/phpmyadmin
    ServerName mysql.jude.com.cn
    ErrorLog logs/mysql.error.log
    CustomLog logs/mysql.access.log common
</VirtualHost>
```

将 phpmyadmin 的 mysql Web 管理界面程序包传送到目录 /var/www 下。

解压 phpmyadmin.tar.gz 的压缩包并将 phpmyadmin 文件夹的属主改为 Apache, 执行命令:

```
# cd /var/www
# ls
# tar xzf phpmyadmin.tar.gz
```

```
# ls
# chown -R apache.apache phpmyadmin
# ll
```

可见 phpmyadmin 的属主和属组都为 apache.apache。

编辑 DNS 主配置文件/etc/named.conf，执行命令：

```
# vi /etc/named.conf
```

添加如下行保存并退出：

```
// add domain jude.com.cn
zone "jude.com.cn" IN {
    type master;
    file "jude.zone";
    allow-update { none; };
};
```

本例的域名为 jude.com.cn，每个用户可以自己定义，比如 marilyn.com.cn。

建立 jude.zone 文件，文件名可根据用户在 named.conf 文件里定义的名字创建，比如 marilyn.Zone。

输入以下信息并保存：

```
$TTL      86400
@         IN      SOA      ns.jude.com.cn. root.jude.com.cn.
1997022700 ; Serial
8800      ; Refresh
14400     ; Retry
3600000   ; Expire
86400 )    ; Minimum
IN        NS      ns.jude.com.cn.
www       IN      A       192.168.21.128
myblog    IN      A       192.168.21.128
mysql     IN      A       192.168.21.128
```

每个用户可以将本例的名字 jude 换成自己的，比如 marilyn。IP 为 Linux 的 IP（本例的 Linux IP 是 192.168.21.128）。

进行 jude.zone 的软链接，执行命令：

```
# cd /var/named/
# ln -s /var/named/chroot/var/named/jude.zone jude.zone
```

这里为 jude.zone。用户可以按自己定义的软链接执行，如 Marilyn。

编辑/etc/resolv.conf 文件，指定 DNS 服务器，执行命令：

```
# vi /etc/resolv.conf
```

输入本例的域名 `jude.com.cn`，IP 为 Linux 的 IP。用户以自己定义的域名为准，如 `marilyn.con.cn`。

启动 DNS 服务器并测试能否正常解析，执行命令：

```
# /etc/init.d/named start
# nslookup myblog.jude.com.cn
```

虚拟主机和 DNS 共同运行，测试虚拟主机能否正常运行，启动 Apache，执行命令：

```
# /etc/init.d/httpd restart
```

将配置好的 DNS 服务器 IP（即 Linux 的 IP）捆绑到虚拟网卡 8 指定的 DNS 位置上。打开虚拟网卡 8，单击“属性→TCP/IP”。

在首选 DNS 服务器栏填入用户的 Linux IP 地址。

测试看 Windows 主机能否正常解析域名 Ping `myblog.jude.com.cn`，用户的域名以自己命名的为准。在浏览器中输入 `http://myblog.jude.com.cn`，如果出现浏览器字体不能正常显示，则设置浏览器字体编码为 GB2312，即可正常显示。至此，Apache 虚拟主机方式的 DNS 服务器配置完成。

5. FTP 服务器

（1）编辑 FTP 主配置文件 `vsftpd.conf`，执行命令：

```
# vi/etc/vsftpd/vsftpd.conf
```

（2）在最后面添加如下几行，然后保存并退出：

```
chroot_list_enable=YES
chroot_list_file=/etc/vsftpd.chroot_list
max_clients=2
anon_max_rate=20000
local_max_rate=200000
```

（3）添加 FTP 用户，执行命令：

```
# useradd test1
# useradd test2
# useradd blog
# passwd test1
# passwd test2
# passwd blog
```

- test1 限制在其根目录。
- test2 能够访问任何目录。
- blog 只能访问 `/var/www/blog` 用户，此用户是维护 blog 文件的 FTP 用户。

（4）编辑文件 `/etc/passwd`，执行命令：

```
# vi /etc/passwd
```

（5）按照下面的格式修改：


```
test1:x:500:500::/home/test1:/bin/bash
test2:x:0:0:::/bin/bash
blog:x:502:502::/var/www/blog:/bin/bash
```

(6) 创建 vsftpd.chroot_list 文件，执行命令：

```
# vi /etc/vsftpd.chroot_list
```

填入 test1 blog，保存并退出。

(7) 启动 vsftpd 服务，并检查 21 端口是否在监听，执行命令：

```
# /etc/init.d/vsftpd start
# netstat -an|grep 21
```

(8) 分别用 test1，test2，blog 用户测试 FTP 服务器是否正常。

6. 参考资料

ApacheHTTP2.0CN 帮助文档。

四、进度安排（见表 5-1）

表 5-1 Linux 环境下网站发布平台项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第一周	安装 Linux 系统	装机
第二周	设计个人平台	提交界面
第三周	配置系统文件	熟悉配置文档
第四周	发布个人网站	完成平台，发布个人网站

5.2 即时通信系统

适用对象	高年级学生
开设学期	三年级小学期或四年级上学期
项目方式	两人合作完成
实训周数	4~5 周
预备知识	计算机网络、Java 语言、MySQL 数据库

一、实训目的

通过本实训，培养学生自主学习及解决问题的能力，提高 Java 编程能力，培养面向对象的思想。

- (1) 掌握 Java 网络编程相关知识。
- (2) 掌握 socket 编程以及相关知识。
- (3) 掌握 TCP/IP 协议。
- (4) 熟练应用 MySQL 数据库进行操作。

二、实训内容及要求

1. 项目需求

总体功能结构：本软件要实现一个服务器对多个客户端的在线通信系统，通过该系统可以实现客户端之间的通信功能。

用户使用客户端连接到服务器，并注册一个属于自己的 ID，得到 ID 后，用户可以登录到这个即时消息系统中，可以添加好友，可以和好友聊天，可以删除好友。

当用户关掉软件或者登出时，客户端会自动报告服务器端用户下线，服务器端将用户标记为离线模式。具体要求如下：

- 用户注册唯一 ID。
- 用户登录功能。
- 在线用户查找。
- 用户好友管理。

2. 设计要求

(1) 用户的注册、修改、注销

提供用户登录界面（GUI），将注册信息写进数据库，同时可以实现注销用户。

(2) 实现多线程

创建一个线程并让这个线程多次运行，实现线程的同步运行。

(3) 实现客户端和服务器端简单通信

客户端和服务器端分别可以接收对方发送的信息，并显示信息。

(4) 实现用户之间的通信

用户之间可以进行点对点的即时通信。

(5) 用户好友的管理

用户登录后，可以获取用户的好友列表，列表从数据库中获得，用户可以删除、添加好友，且管理界面美观。

(6) 数据库设计

根据功能设计数据库，实现优化。

(7) 提供用户手册

开发完毕编写好用户手册，以便用户使用。

3. 开发步骤

(1) 搭建环境，装载各种软件。

(2) 设计总体框架，画出业务流程图。

(3) 完成界面设计，规划相关功能。

(4) 了解 TCP/IP 协议，实现服务器与客户端通信，实现用户注册、登录、注销。

(5) 了解 UDP 协议，实现用户间通信以及用户好友的管理。

(6) 完成项目，提交设计文档。

4. 开发环境

操作系统：Windows。

开发语言：Java 语言。

开发环境：Eclipse。

需要软件：tomcat 服务器、MySQL 数据库。

三、项目指导

1. 相关知识点

JIM 即时通信系统是一款在 Java 环境下开发的通信程序。其中包括客户端（client）、服务器端（server）、常规（convention）、代理（factory）和对象（object）5 个部分。

客户端可添加、查找、删除用户，并进行注册、登录、注销操作以及一对一通信。服务器端由管理员控制客户端注册、登录、注销、好友管理、在线查询等功能。常规为规范程序的所有接口。代理为创建公共对象的地方。对象为程序中客户端及服务器端都要使用的对象。

（1）客户端包括 convention，factory，object 和 ui 共 4 个包。

convention 包主要负责客户端的传输规范。其中包括 IHandler 接口，负责传输过程规范。

factory 包负责客户端的请求及回应实例的创建。其中 HandlerFactory 类负责创建回应实例，而 RequesterFactory 类负责创建请求实例。

object 包存放客户端的主要功能，包括：

- Client 是整个客户端程序执行的接口，负责程序开始的准备工作。
- Login 负责用户的登录功能。
- Logoff 负责用户的注销功能。
- SerchMessage 负责查询功能。
- JimConfigure 负责读取配置文件。
- Sender 负责产生待发送的 UDP 及发送。
- Receiver 负责接收 UDP。
- Register 负责用户注册功能。
- Handler 负责传输信息过程的控制。
- ProcessMessage 负责处理接收到的信息。
- GetFriend 负责获得用户。
- DelFriend 负责删除用户。
- AddFriend 负责添加用户。
- RequestController 负责请求的发送和回应的接收。

ui 包中包含所有的图形界面绘制与图形与底层程序的连接，包括：

- MainWnd 绘制用户登录成功后看到的主窗口，大多数功能在这个窗口中被调用。
- UILogin 负责登录窗口的绘制。
- UIRegister 负责注销窗口的绘制。
- UserButton 为用户按钮。
- UIDialog 为对话框的绘制及主要逻辑。
- TableModel 负责获得服务器传回的用户名单并绘制成表格。
- UIExceptionMessage 负责向用户弹出对话框，提示通知及错误。

(2) 服务器端包括 `Server` 与 `RegisterService` 两个类，其中 `Server` 类用来管理 `RegisterService` 的功能。

(3) 常规中包含 4 个接口。`IChannel` 负责输入/输出流的规范。`IRequest` 负责请求规范。`IResponse` 负责回应规范。`IUser` 负责用户规范。

(4) 代理中只有一个文件 `ChannelFactory`，它负责传输通道的建立。

(5) 对象中包含 9 个文件：

- `PersonInfo` 负责一个用户的基本属性。
- `OnlinePerson` 在 `PersonInfo` 基础上添加了用户在线属性。
- `User` 在 `OnlinePerson` 基础上添加了昵称和密码属性。
- `Friend` 负责好友的基本属性。
- `Friends` 包含所有好友的信息。
- `Message` 负责所有信息内容。
- `Responser` 负责回应基本功能。
- `Requester` 负责请求的基本功能。
- `TcpChannel` 负责传输功能。

使用 `Swing` 设计前台界面，查看相关知识。

以上各部分的关系如图 5-1 所示。

2. 相关提示

(1) 数据库设计（见图 5-2）

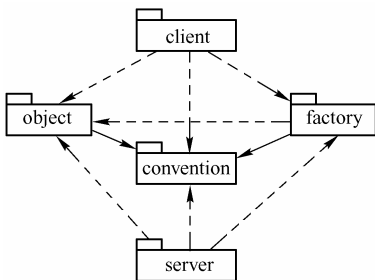


图 5-1 关系图

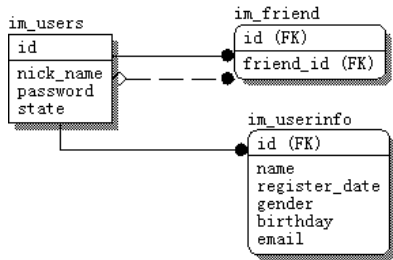


图 5-2 数据库设计

(2) 总体框架设计（见图 5-3）

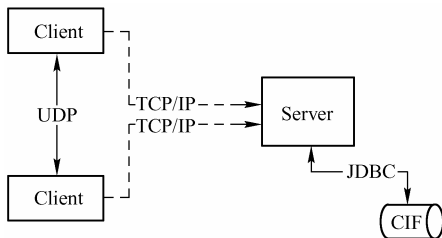


图 5-3 总体框架

框架中的元素如表 5-2 所示。

表 5-2 即时通信系统框架元素

序 号	元 素	说 明
1	Client	客户端模块，用户操作界面；用以完成客户端与客户端的通信（UDP）、增加好友，以及客户端与服务器的通信服务（TCP/IP），包括注册、登录、注销、查询在线用户
2	Server	服务器端模块，包括完成注册、登录、注销、查询在线用户的服务
3	CIF（Customer Information File）	客户信息数据库文件

服务器端元素如表 5-3 所示。

表 5-3 即时通信系统服务器端元素

序 号	服务器端元素	说 明
1	ServiceController	服务器端核心模块，监听并转发客户端请求
2	ServiceThread	处理客户端情况的线程类
3	ServiceFactory	创建服务对象的类代理
4	IService	服务接口对象，这里是从服务对象类代理创建的实际服务对象
5	IDataAccessr	数据库访问的接口，所有的服务访问数据库的对象都要实现此接口
6	Database	数据库实例

Server 运行处理请求的流程如下：

- （1）ServiceController 接收客户端发送的请求。
- （2）根据该请求从服务对象类代理获取一个 IService 对象。
- （3）创建一个 ServiceThread 并把 IService 对象传递给该对象。
- （4）启动 ServiceThread 线程，该线程调用其中的 IService 对象，完成业务处理及数据库操作。
- （5）IService 将结果返回给调用者（Client）。

3. 参考资料

- （1）郑阿奇. MySQL 实用教程. 北京：电子工业出版社，2009。
- （2）MySQL5.0 帮助文档. 电子版下载：<http://download.csdn.net>。
- （3）Socket编程帮助文档. 电子版下载：<http://www.aybook.cn/book/9529.html>。
- （4）Java API 中文手册. 电子版下载：http://gceclub.sun.com.cn/chinese_java_docs.html。

四、进度安排（见表 5-4）

表 5-4 即时通信系统项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第一周	环境搭建，概要设计	装载各种所需软件，设计总体框架
第二周	规划相关功能，完成界面设计	实现用户登录、注册以及用户好友聊天界面
第三周	服务器与客户端通信	了解 TCP/IP 协议，实现服务器与客户端通信，实现用户的注册、登录、注销操作功能
第四周	客户端之间通信	通过 UDP 协议，实现用户端之间通信以及用户好友的管理
第五周	完成项目	提交程序、设计文档及实训报告

5.3 邮件服务管理系统

适用对象	高年级学生
开设学期	四年级学期
项目方式	三人合作完成
实训周数	4~5 周
预备知识	Linux 系统、LDAP 认证、Qmail 服务器的配置、界面语言 C++或 Java

一、实训目的

通过本实训，培养学生综合运用所学知识、发现、提出、分析和解决实际问题的能力，这是锻炼学生实践能力的重要环节，是对学生实际工作能力的具体训练和考查过程。

- （1）掌握有关 Linux 下免费邮件系统的知识。
- （2）了解有关 LDAP 认证和 Qmail 的配置的知识。
- （3）用所学知识，搭建邮件服务管理系统。

二、实训内容及要求

1. 项目要求

- （1）Linux 下配置邮件服务器环境。
- （2）实现 LDAP 认证。
- （3）邮件管理系统界面设计。管理系统开发模式可以是 C/S 模式或 B/S 模式。

2. 设计要求

（1）收邮件

用户可以收取局域网内部发送的邮件，或通过设置 POP3 服务收取外部广域网邮件。与其他邮件管理软件不同的是，邮件服务管理系统的邮件资料存储于专用数据库中，加强了存储的安全性和检索的快捷性。

（2）发邮件

可以向局域网内部联络人发邮件，或向广域网发邮件。支持多域名、域别名、ESMTP

发信验证等功能。支持多人群发、多附件、邮件级别管理。自动识别邮件应投往局域网还是广域网，有效节省网络资源。

（3）收件箱

依托数据库技术，保存收取邮件历史资料，数据存储量大，便于保管和查找。自动标识局域网邮件和广域网邮件。以邮件类型、发件人、主题、日期为关键字，列出用于快速浏览的发出邮件列表。提供邮件的“伪”删除与彻底删除功能。

（4）发件箱

依托数据库技术，保存发送邮件历史资料。其他功能参考收件箱。

（5）草稿箱

邮件草稿的管理。其他功能参考收件箱。

（6）废件箱

作废邮件的管理。其他功能参考收件箱。

（7）地址簿

通讯地址的管理，提供按姓名、电子信箱、单位、办公单位列表的目录查询功能。按任意组合条件进行地址检索查询。

（8）通讯群组

通讯群组的管理，任意定义组名，任意增减组成员，提供所有通讯组的列表查询。

（9）邮箱状况

快速查看邮箱状况，提醒收件箱、发件箱、草稿箱、废件箱的资源状况，并可单击这些信箱的类型名称快捷进入。

（10）账号设置

设置邮箱地址，支持任意 POP3 服务器和 SMTP 服务器，支持发送邮件验证方式。多账号管理，任意指定默认账号，指定备份保留方式和邮件接收方式。

3. 开发步骤

（1）系统搭建，新建 Qmail 安装目录 Chinaz^com，安装 checkpassword-0.90 等软件。

（2）完成界面设计。

（3）配置系统，修改配置文件。

（4）进行认证，使用 LDAP 对邮箱进行认证。

（5）进行测试，提交文档报告。

4. 开发环境

操作系统：Linux。

邮件服务器：Qmail。

其他环境：LDAP。

三、项目指导

1. 相关知识点

在 Qmail 中要清楚邮件转发规则，依次了解三个方面。

- rcpthosts 文件 /var/qmail/control/rcpthosts。

- `tcp.smtp` 文件 `/etc/tcp.smtp` 或 `/home/vpopmail/etc/tcp.smtp`。
- SMTP 认证。

(1) `rcpthosts` 文件

这个邮件服务器可以接收转发请求的目的主机列表（或者说目的地址列表）。比如，在这个文件里有 `sina.com`, `sohu.com`, 那么用户可以通过这个服务器转发发往 `sina.com`, `sohu.com` 的任何邮件，如果想通过这个服务器给 `aaa@bbb.com` 发信，就会报错：“553 sorry,that domain isn't in my list of allowed rcpthosts!”, 因为 `bbb.com` 确实没有在 `rcpthosts` 里，于是理所当然地被拒绝转发了。如果根本就没有 `rcpthost` 这个文件，情况又如何呢？此时，Qmail 会理解为 `open relay`，即开放式转发，也就是说，任何人都可以通过这个邮件服务器向任何人发送邮件。这是很危险的，因为服务器很容易被垃圾邮件制造者当作发送垃圾邮件的中继站，由此服务器将被反垃圾联盟列入黑名单，结果是服务器什么事都做不成了，除非只是在局域网内部使用。所以，`rcpthosts` 这个文件是很有用的，邮件服务器想对哪个地址开放，就直接在 `rcpthosts` 文件里加入这个目的地址就可以了！

(2) `tcp.smtp` 文件

这个文件的位置无关紧要，一般在 `/etc/tcp.smtp` 或 `/home/vpopmail/etc/tcp.smtp`。如上所述，`rcpthosts` 文件可以进行转发约束，但是用起来不是很方便，用户可能要给很多目的地址的朋友发信，那么用户需要一条一条地在 `rcpthosts` 文件里录入，如果用户是在一个局域网内部使用该邮件服务器，为了更方便地控制转发规则，一个更好的办法是使用 `tcp.smtp` 文件。

这里要使用 `ucspi-tcp` 软件包的 `tcpserver` 程序，该程序的功能类似于 `inetd`-监听进入的连接请求，为要启动的服务设置各种环境变量，然后启动指定的服务。`tcpserver` 的配置文件就是 `tcp.smtp`，该文件定义是否对某个网络设置 `RELAYCLIENT` 环境变量。例如，本地网络地址为 `192.168.*.*`，则 `tcp.smtp` 的内容应该设置如下：

```
127.0.0.1:allow,RELAYCLIENT=""
192.168.:allow,RELAYCLIENT=""
:allow
```

这几个规则的含义是：若连接来自 `127.0.0.1` 和 `192.168.*.*`，则允许连接，并且为其设置环境变量 `RELAYCLIENT`；否则，允许其他连接，但是不设置 `RELAYCLIENT` 环境变量。这样从其他地方到本地的 25 号连接将会得到允许，但是由于没有设置环境变量，所以其连接将会被 `qmail-smtpd` 拒绝。

`tcpserver` 程序并不直接使用 `tcp.smtp` 文件，而是先将该文件转化为 `cbd` 文件：进入 `tcp.smtp` 文件所在的目录，然后使用命令 `tcprules tcp.smtp.cdb tcp.smtp.temp < tcp.smtp`。

(3) SMTP 认证

上面提到的 `tcp.smtp` 文件很有用。对于只在局域网内部使用邮件服务器的情况，它已经够用了。但是单纯靠 `tcp.smtp` 来控制无法适合漫游用户，因为对于一个漫游用户来说，其连接服务器时用的 IP 是不固定的，在这种情况下，`tcp.smtp` 文件无法随时满足任意一个合法漫游用户需要的灵活性。为此，SMTP 认证就应运而生了。所谓 SMTP 认证，就像 POP 验

证用户身份一样，只要是合法用户，输入用户名和密码就可以登录到服务器并转发邮件，对于漫游用户来说很方便，同时也避免了 open relay 的危险性。要让 Qmail 具备用户验证功能需要给 Qmail 打补丁。下面具体介绍如何实现 Qmail 的 SMTP 认证功能。

上述三个方面的关系对于邮件服务器的安全性很重要，可以只使用其一部分，或全部使用它们，那么在这些可能的情况下，整个邮件服务器对于转发规则又是如何控制的呢？下面分 4 种情况来说明。

第 1 种情况 没有 SMTP 认证，没有 tcp.smtp 文件，也没有 rcpthosts 文件。这种情况就是“标准”的 open relay，也就是完全开放转发，这种情况可能存在，但不应该存在！

第 2 种情况 仅有 rcpthosts 文件，没有 tcp.smtp，也没有 SMTP 认证。这种情况下，就只好由 rcpthosts 这个文件担当转发规则约束的重任了，Qmail 仅仅根据这个文件的目的地址列表来确定是否转发用户的邮件。

第 3 种情况 有 tcp.smtp，rcpthosts 两个文件，首先 Qmail 从 tcp.smtp.cdb 文件确认用户是否可以转发邮件，且根据请求者的 IP 来定夺。如果用户 IP 是在容许的 IP 范围之内，那么就容许转发；否则再看目的地址是否在 rcpthosts 文件的容许范围之内，如果是，就可以转发；如果也不是，就彻底拒绝转发。也就是说，在这种情况下，这两个文件共同承担转发规则约束的重任。

第 4 种情况 三个文件都存在，Qmail 在接到请求时，首先检查 tcp.smtp 文件，如果是容许的 IP 地址范围，就同意转发；否则，再看转发目的地址是否在 rcpthosts 文件所容许的地址范围内，如果是就转发；否则，就启用 SMTP 认证来验证用户，验证通过就同意转发；否则，就彻底拒绝。

2. 相关提示

安装前的准备工作：

(1) 新建 Qmail 安装目录 Chinaz^com:

```
# mkdir /var/qmail:
```

(2) 添加 Qmail 所必须的用户和组：

```
# groupadd nofiles
# useradd -g nofiles -d /var/qmail/alias alias
# useradd -g nofiles -d /var/qmail qmaild
# useradd -g nofiles -d /var/qmail qmailI
# useradd -g nofiles -d /var/qmail qmailp
# groupadd qmail
# useradd -g qmail -d /var/qmail qmailq
# useradd -g qmail -d /var/qmail qmailr
# useradd -g qmail -d /var/qmail qmails
```

(3) 安装 Qmail 基本系统，即安装 checkpassword-0.90 (/bin):

```
# cd /usr/local/src
```

```
# tar xzvf checkpassword-0.90.tar.gz
# cd checkpassword-0.90
# patch -p1 < ../patch/checkpassword-0.90.errno.patch
# make
# make setup check
```

(4) 安装 cmd5checkpw-0.22.tar.gz:

```
# tar xzvf cmd5checkpw-0.22.tar.gz
# mkdir /usr/man
# mkdir /usr/man/man8
# cd cmd5checkpw-0.22
# make
# make install
```

(5) 安装 ucspi-tcp-0.88 (/usr/local/bin):

```
# cd /usr/local/src
# tar xzvf ucspi-tcp-0.88.tar.gz
# cd ucspi-tcp-0.88
# patch -p1 < ../patch/ucspi-tcp-0.88.a_record.patch
# patch -p1 < ../patch/ucspi-tcp-0.88.errno.patch
# patch -p1 < ../patch/ucspi-tcp-0.88.nodefaulttbl.patch
# make
# make setup check
```

(6) 安装 Qmail (qmail-1.03.tar.gz):

```
# tar xzvf qmail-1.03.tar.gz
```

(7) SMTP 补丁及其他补丁:

```
# tar xzvf qmail-smtpd-auth-0.30.tar.gz
# cd qmail-smtpd-auth-0.30
# cp base64.c base64.h README.auth ../qmail-1.03/
# patch -d ../qmail-1.03 < auth.patch
# cd qmail-1.03
# patch -p1 < ../patch/qmail-103.patch
# patch -p1 < ../patch/qmailqueue-patch
# patch -p1 < ../patch/qmail-maildir++.patch
# patch -p1 < ../patch/qmail-1.03.errno.patch
# patch -p1 < ../patch/qmail-1.03.qmail_local.patch
# vi qmail-smtpd.c //将函数 straynewline 中的 451 改为 553
//将 451 改为 553 是为避免当其他服务器发来无效格式的邮件时，服务器陷入循环应答。
# make setup check
#./config-fast test.com
```

(8) 建立系统别名:

```
# cd ~alias; touch .qmail-postmaster .qmail-mailer-daemon .qmail-root
# echo test.com > /var/qmail/control/helohost  \主机名 (解决拒收邮件问题)
# chmod 644 ~alias/.qmail*
# echo "127.0.0.1:allow,RELAYCLIENT="" > /etc/tcp.smtp
# chmod 4755 /bin/checkpassword
# sed 's/Mailbox/Maildir/' /var/qmail/boot/home >/var/qmail/rc
(修改/var/qmail/rc, 把./Mailbox 改成./Maildir, 使用 Maildir 的 pop3 收信方式)
# chmod 755 /var/qmail/rc
```

(9) 停止 sendmail 服务:

```
# /etc/rc.d/init.d/sendmail stop
# rpm -e --nodeps sendmail
```

(10) Qmail Web 管理系统:

```
# groupadd vchkpw
# useradd -g vchkpw vpopmail
# mkdir ~vpopmail/etc
# echo "127.0.0.1:allow,RELAYCLIENT=\"\" > ~vpopmail/etc/tcp.smtp
# echo ":allow" >/etc/tcp.smtp
# /usr/local/bin/tcprules /etc/tcp.smtp.cdb /etc/tcp.smtp.tmp < /etc/tcp.smtp
# cd /usr/local/src
# tar xzvf vpopmail-5.2.1.tar.gz
# cd vpopmail-5.2.1
# ./configure --enable-roaming-users=y --enable-default-domain=test.com --enable-passwd=n
# make
# make install-strip
# crontab -e
40 * * * * /home/vpopmail/bin/clearopensmtp 2>&1 > /dev/null
# cd /home/vpopmail/bin
# ./vadddomain test.com eitop
# ./vadduser test@test.com test
# chmod 6755 /home/vpopmail/bin/vchkpw
```

(11) 安装邮件列表:

```
# tar xzvf ezmlm-0.53-idx-0.41.tar.gz
# cd ezmlm-0.53-idx-0.41
# make
# make man
# make setup
```

(12) 安装自动回复程序:

```
# tar xzvf autorespond.tar.gz
# make (gcc -Wall -o autorespond autorespond.c)
# make install (cp autorespond /usr/local/bin/autorespond)
```

(13) 安装虚拟域 Web 方式管理:

```
# tar xzvf qmailadmin-1.0.6.tar.gz
# cd qmailadmin-1.0.6
# ./configure --enable-htmldir=/www/web1 --enable-cgibindir=/usr/local/apache2/cgi-bin
# make
# make install-strip Www^Chinaz^com
```

(14) 创建 Qmail 启动文件:

```
# vi /etc/rc.d/init.d/qmail Www^Chinaz^com

#!/bin/sh
case "$1" in
start)
echo -n "start qmail:"
/var/qmail/rc &

echo "."
echo -n "start smtp service:"
/usr/local/bin/tcpserver -H -R -l 0 -t 1 -c 100 -x /etc/tcp.smtp.cdb -u 512 -g 505 0 smtp
/var/qmail/bin/qmail-smtpd test.com /home/vpopmail/bin/vchkpw /bin/true /bin/md5checkpw /bin/true &
echo "."
echo -n "start pop3 service:"
/usr/local/bin/tcpserver -l test.com -U -c 100 -H -R 0 pop3 /var/qmail/bin/qmail-popup test.com
/home/vpopmail/bin/vchkpw /var/qmail/bin/qmail-pop3d Maildir &
echo "."
;;
stop)
echo -n "stop qmail:"
echo "."
;;
*)
exit 1
;;
esac
exit 0

# chmod 755 /etc/rc.d/init.d/qmail
# /etc/rc.d/init.d/qmail start Chinaz@com
```

- (15) 启动文件中的用户组为 vpopmail 用户组，如果不能启动 Qmail，执行 touch /etc/dnsrewrite。
- (16) 测试。
- ① SMTP 认证测试：

```
su - qmaild -c "/var/qmail/bin/qmail-popup localhost /home/vpopmail/bin/vchkpw pwd"
su - qmaild -c "/var/qmail/bin/qmail-popup localhost /bin/checkpassword pwd"
user test
pass test
```

输入用户密码后出现回应，若出现 test 用户的 home 目录，则 SMTP 认证测试成功；若提示:"-ERR authorization failed"，则 SMTP 认证测试失败。

② Web 管理测试：打开 <http://localhost/cgi-bin/qmailadmin>，输入域名 test.com 和密码，进入管理界面，新建邮箱用户和邮件列表。

③ 邮件测试：主要测试内网用户互发邮件，内网与外网互发邮件。
提示：使用 outlook 或 foxmail 等邮件实现软件收发邮件。

3. 参考资料

相关资料下载 <http://www.qmail.org>，<http://www.inter7.com/qmail>。

四、进度安排（见表 5-5）

表 5-5 邮件服务管理系统项目开发进度表

时 间	进 度	目 标
第一周	系统搭建	装载各种所需软件
第二周	规划相关功能，完成界面设计	提交邮件服务系统界面
第三周	配置系统	配置邮件服务相关配置文档
第四周	实现 LDAP 的认证	使用 LDAP 对邮箱进行认证
第五周	完成项目	提交程序、配置文档及实训报告

附录 A 实训报告模板

实 训 报 告		
姓名：	班级：	学号：
1. 任务概述（任务说明、相关数据结构描述、用自己的语言）		
2. 系统设计思路（语言描述）		
3. 程序结构描述（结构图或类图、流程图）		
4. 关键算法程序说明		
5. 源码讲解（列出目录、文件结构、源码则使用实际的源程序）		
6. 质量控制方法（测试方法与测试过程）		
7. 执行过程截屏（2~3 个）		
8. 程序调试中遇到的问题及解决方法（2~3 个，提供 bug 截屏）		
9. 心得与体会（自本例反思、改正目标、措施）		
10. 任务知识点讲解（用自己的语言，不能抄书）		

注：本书教学实训中提供此表电子文档，可以免费下载，见前言说明。

附录 B Web 项目规范

B.1 前言

(1) Web 标准

Web 标准不是某一个标准，而是一系列标准的集合。网页主要由三部分组成：结构（Structure）、表现（Presentation）和行为（Behavior）。对应的标准也分三方面：结构化标准，主要包括 XHTML 和 XML；表现标准，主要包括 CSS；行为标准，主要包括对象模型（如 W3C DOM）、ECMAScript 等。这些标准大部分由 W3C 起草和发布，也有一些是其他标准组织制定的标准，比如 ECMA（European Computer Manufacturers Association）的 ECMAScript 标准。

(2) XHTML 标准

HTML 中的所有元素加上 XML 的严格语法组成了 XHTML。它是 HTML 和 XML 的有机结合，是 the eXtensible HyperText Markup Language（可扩展标识语言）的缩写。HTML 是一种基本的 Web 网页设计语言，XHTML 是一个基于 XML 的置标语言。XHTML 是从 HTML 到 XML 的过渡技术。

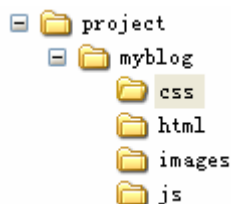
B.2 内容

个人网站项目的 Web 规范参照 XHTML 规范编制而成。在编写 HTML 文件时必须严格遵守下面所制定的规范。

B.2.1 项目标准

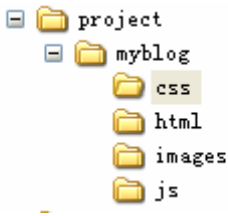
(1) Web 项目的目录格式

范例：



(2) 文件夹、包、文件的命名

范例：所有的命名为英文



(3) 文件中显示图片或引用别的文件时使用相对路径

范例：

如果是同级路径：<imgsrc="/image/logo.jpg" alt="my blog of logo"/>

如果是不同级路径：

B.2.2 项目的HTML代码规范

(1) 页面代码标签必须小写。

(2) 为页面添加正确的 DOCTYPE，它是 DOCument TYPE 的简写，主要说明用户使用的 XHTML 或 HTML 版本。浏览器根据用户 DOCTYPE 定义的 DTD（文档类型定义）来解释页面代码。XHTML1.0 提供如下三种 DOCTYPE 供选择：

● 过去型

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
```

● 严格型

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-strict.dtd">
```

● 框架型

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Frameset//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-frameset.dtd">
```

注意：本项目中要求使用严格型 DOCTYPE。

范例：

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="en" lang="en">
  <head>
    <title>Virtual Library</title>
  </head>
```



```

<body>
  <p>Moved to <a href="http://vlib.org/">vlib.org</a>.</p>
</body>
</html>

```

(3) 设定一个名字空间 (Namespace)。Namespace 是收集元素类型和属性名的一个详细的 DTD，它声明允许用户通过一个在线地址指向用户的 Namespace。

```
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
```

范例：

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="en" lang="en">
  <head>
    <title>Virtual Library</title>
  </head>
  <body>
    <p>Moved to <a href="http://vlib.org/">vlib.org</a>.</p>
  </body>
</html>

```

(4) 声明编码语言。在 HTML 中必须声明编码语言，blog 项目的 HTML，XSL，XML 统一将编码语言设定为“UTF-8”。文件必须要用“UTF-8”格式保存。

范例：

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Strict//EN" "DTD/xhtml1-strict.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="en" lang="en">
  <head>
    <title>Virtual Library</title>
  </head>
  <body>
    <p>Moved to <a href="http://vlib.org/">vlib.org</a>.</p>
  </body>
</html>

```

(5) HTML 中必须将属性值加引号。

范例：

```

.....
<table border="1" width="70" height="80">
.....

```

(6) 必须将打开的 HTML 标签关闭。

范例：

```
<p></p>、<br />、<hr /> 、<img />、<div></div>
```

(7) 必须为标签加入 alt 属性。

范例：

```

```

附录 C 综合性软件设计文档示例

C.1 系统需求

以“国内某电信运营商客户服务业务系统”的某一模块作为示例，主要内容如表 C-1 所示。

表 C-1 客户服务系统需求主要内容

项 目	内 容	备 注
业务需求	1. 支持营业厅和网络终端自助两种形式的业务办理，一点受理，一点支付，全网服务 2. 加强客户资料管理能力，建立完整的客户资料相关静态资料及其动态（业务）资料 3. 建立 CRM 功能模块，实现客户生命周期管理 4. 实现接口标准化和开放性	业务要求
技术需求	1. 两种架构（营业厅系统为 C/S 模式，自助终端系统为 B/S 模式） 2. 统一数据的架构体系（C/S）	技术要求
建设原则	1. 集中化原则：实现数据业务的统一支撑与集中管理 2. 标准化原则：实现业务数据模型、业务功能模块、对外接口的扩展和标准化，为业务支撑网络化和产品化奠定可持续发展的基础 3. 可扩展性原则：可支持将来业务功能的扩展与重构	设计要求
功能要求		需要实现的功能点

C.2 需求分析

表 C-2 客户服务系统《需求规格说明书》内容组成

项 目	示 例																
系统描述	客户服务系统是以为用户提供服务为宗旨，全面向用户的实时服务提供全面解决方案：如业务受理、综合查询等功能，它是直接服务于所有客户的，通过综合客服管理系统建立一个能够与客户进行良好沟通的渠道，能方便、迅速、准确、有效地为客户提供所需要的各种服务，并且能够为外部系统提供相应的数据接口，这部分工作同时也是内部管理的一个重要环节																
功能实现	客户管理																
	<table><tr><th>功 能 点</th><th>说 明</th></tr><tr><td>客户管理</td><td>实现客户基本资料的增、删、改、查</td></tr><tr><td>用户管理</td><td>实现用户基本资料的增、删、改、查</td></tr><tr><td>账户管理</td><td>实现账户基本资料的增、删、改、查</td></tr><tr><td>客户级别管理</td><td>实现客户级别的日常维护要求</td></tr><tr><td>信用度、积分管理</td><td>对客户信用度、积分进行管理</td></tr><tr><td>黑名单管理</td><td>对恶意用户进行管理</td></tr><tr><td>用户密码管理</td><td>用户和系统管理员可对用户密码进行修改或初始化</td></tr></table>	功 能 点	说 明	客户管理	实现客户基本资料的增、删、改、查	用户管理	实现用户基本资料的增、删、改、查	账户管理	实现账户基本资料的增、删、改、查	客户级别管理	实现客户级别的日常维护要求	信用度、积分管理	对客户信用度、积分进行管理	黑名单管理	对恶意用户进行管理	用户密码管理	用户和系统管理员可对用户密码进行修改或初始化
	功 能 点	说 明															
	客户管理	实现客户基本资料的增、删、改、查															
	用户管理	实现用户基本资料的增、删、改、查															
	账户管理	实现账户基本资料的增、删、改、查															
	客户级别管理	实现客户级别的日常维护要求															
	信用度、积分管理	对客户信用度、积分进行管理															
	黑名单管理	对恶意用户进行管理															
	用户密码管理	用户和系统管理员可对用户密码进行修改或初始化															
客户服务																	
<table><tr><th>功 能 点</th><th>说 明</th></tr><tr><td>业务受理</td><td>对用户的指定产品进行添加、修改等操作,这部分需要用户提供详细的业务需求</td></tr><tr><td>缴费管理</td><td>用户对指定的产品进行缴费，系统定期做账务处理，并对欠费用户实现催缴</td></tr><tr><td>信息服务</td><td>对客户订购的产品进行信息服务，如开通彩铃、短信、漫游等业务</td></tr><tr><td>积分回报</td><td>对相应品牌的产品进行积分回报</td></tr><tr><td>俱乐部服务</td><td>对价值客户进行特殊的俱乐部服务</td></tr><tr><td>预约、主动服务</td><td>对客户预约申请进行业务办理</td></tr></table>	功 能 点	说 明	业务受理	对用户的指定产品进行添加、修改等操作,这部分需要用户提供详细的业务需求	缴费管理	用户对指定的产品进行缴费，系统定期做账务处理，并对欠费用户实现催缴	信息服务	对客户订购的产品进行信息服务，如开通彩铃、短信、漫游等业务	积分回报	对相应品牌的产品进行积分回报	俱乐部服务	对价值客户进行特殊的俱乐部服务	预约、主动服务	对客户预约申请进行业务办理			
功 能 点	说 明																
业务受理	对用户的指定产品进行添加、修改等操作,这部分需要用户提供详细的业务需求																
缴费管理	用户对指定的产品进行缴费，系统定期做账务处理，并对欠费用户实现催缴																
信息服务	对客户订购的产品进行信息服务，如开通彩铃、短信、漫游等业务																
积分回报	对相应品牌的产品进行积分回报																
俱乐部服务	对价值客户进行特殊的俱乐部服务																
预约、主动服务	对客户预约申请进行业务办理																
接口实现																	
<table><tr><th>功 能 点</th><th>说 明</th></tr><tr><td>异地服务</td><td>和本运营商内容其他地方的业务进行接驳</td></tr><tr><td>数据传输</td><td>向指定部分按照指定格式传输业务数据，实现上报</td></tr><tr><td>交易控制</td><td>对相关接口进行业务授权和控制</td></tr><tr><td>差错处理</td><td>对差错业务进行记录、上报、修正</td></tr><tr><td>格式转换</td><td>对接收到的外部系统数据进行格式转换，以便本系统识别</td></tr></table>	功 能 点	说 明	异地服务	和本运营商内容其他地方的业务进行接驳	数据传输	向指定部分按照指定格式传输业务数据，实现上报	交易控制	对相关接口进行业务授权和控制	差错处理	对差错业务进行记录、上报、修正	格式转换	对接收到的外部系统数据进行格式转换，以便本系统识别					
功 能 点	说 明																
异地服务	和本运营商内容其他地方的业务进行接驳																
数据传输	向指定部分按照指定格式传输业务数据，实现上报																
交易控制	对相关接口进行业务授权和控制																
差错处理	对差错业务进行记录、上报、修正																
格式转换	对接收到的外部系统数据进行格式转换，以便本系统识别																
系统外部接口关系描述																	

项 目	示 例
模块划分	<div><div>普通业务受理</div><div>业务更改</div><div>退网销户</div><div>受理综合查询</div><div>业务报表</div><div>客户服务</div></div>

C.3 概要设计

表 C-3 客户服务系统《概要设计说明书》组成部分

项 目	示 例
系统目标	建设目标是实现“三个特征、两个能力、一个综合”。“三个特征”即以能提供“个性化、社会化、信息化”服务为重要特征；“两个能力”即具有“满足未来业务发展需要”、“满足实时处理”的能力；“一个综合”即提供一个综合性的业务处理平台。系统以客户为中心，提供各种客户化定制服务，实现统一界面、统一平台、统一服务、统一标准和统一质量要求；具有较强的实时处理能力；具有良好的扩展性，以满足新业务、新服务的开展；具有统一的业务处理和管理流程、统一的接口、统一的协议及统一的数据格式
设计原则	本系统设计本着高效性、可靠性、灵活性、可扩展性及系统建设和升级的连续性原则，充分体现集中方式带来的优越性，同时对由完全集中而产生的困难提供切实可行的解决方案。为了满足以上要求，在软件结构方面，应采用当前业界最先进成熟的三层 C/S/S 体系结构,即客户/应用服务器/数据库服务器三层结构，这种结构具有低费用、低管理开销、享有客户/服务器计算模式的灵活性等优点
设计思想	<div><div>Client端</div><div>应用构件层<div>12121212</div></div><div>应用集成层<div>营业厅部分自助终端部分应用接口预留接口</div></div><div>业务逻辑层<div>Business Logic</div></div><div>应用服务器</div><div>数据库层<div>营业账务</div></div><div>数据库服务器</div></div>
系统总体设计	<div><div>客户务层<div>外部接口</div></div><div>业务支撑层<div>业务管理<div>静态数据系统管理</div>客户服务<div>业务管理客户管理</div></div></div><div>资源层<div>资源管理</div><div>综合账务综合结算</div><div>预处理专业计费</div></div></div>

项 目	示 例					
数据库 概念模型	<div><div><div><div><div>市场营销</div><div>• 营销方案 • 市场细分 • 竞争对手 • 营销活动 • 商机信息 • 报价/解决方案</div></div><div>客户交互</div><div><div>客户</div><div>合作伙伴</div></div><div>产品</div><div>资源</div><div>通用</div></div><div><div>营销类交互</div><div>客户服务交互关联产品</div><div>营销针对客户</div><div>客户拥有账户、账务、清单</div><div>交互关联计费</div><div>客户产生、经历交互</div><div>客户购买使用管理产品</div><div>营销针对产品</div><div>服务配置资源</div><div>账务关联产品</div><div>客户所属地域</div><div>产品所属地域</div><div>资源归属地域</div><div>市场营销关心地域、任务、协议、执行人员</div></div><div><div>客户接触 • 客户订单 • 服务请求 • 缴费/退费</div><div>• 账户/账本/收支记录 • 账目/账单/清单 • 付费计划/账务关系</div><div>• 协议 • 地域 • 组织/人员 • 知识 • 任务/工单</div></div><div>交互发生地域、产生任务工单</div></div></div>					
用户界面 设计	<p>指出基本风格、屏幕总体布局和输入/输出的常规手段。一般地，界面设计应包括以下几项：屏幕环境设置、字型与字体、颜色、提示、菜单（Menu）、按钮（Command Button）、图标、列表框、常用键、Data Windows 生成标准、窗口定义、界面语言、其他。本项目界面由于涉及 B/S 和 C/S 两种结构，所以需要设计不同的用户界面。参考界面如下：</p> <table><tr><th>C/S 结构</th><th>B/S 结构</th></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>		C/S 结构	B/S 结构		
C/S 结构	B/S 结构					
性能保障	<ul style="list-style-type: none">● 数据分割技术：（1）合理的数据分割是系统成功的关键，合理的系统数据分割设计，用以保证数据进入百万量级后系统的处理性能。（2）将大负载分割成多个小负载，从而缓冲负载的峰值压力● 并行技术：（1）系统是全面的分布式系统，通过专有的为大容量数据而设计的数据处理引擎和核心中间件技术，使每台服务器的数据协同、并行/并发操作；（2）利用大型数据库专用的快速批处理特点，保持快速处理和快速入库● 负载均衡技术：遵循负载均衡原则、存储均衡原则、互补原则、互不冲突原则、高效原则来进行设计					

C.4 详细设计


下面以系统中业务受理模块的“IP 直通车”子系统业务为例，说明详细设计文档的组成，如表 C-4 所示。

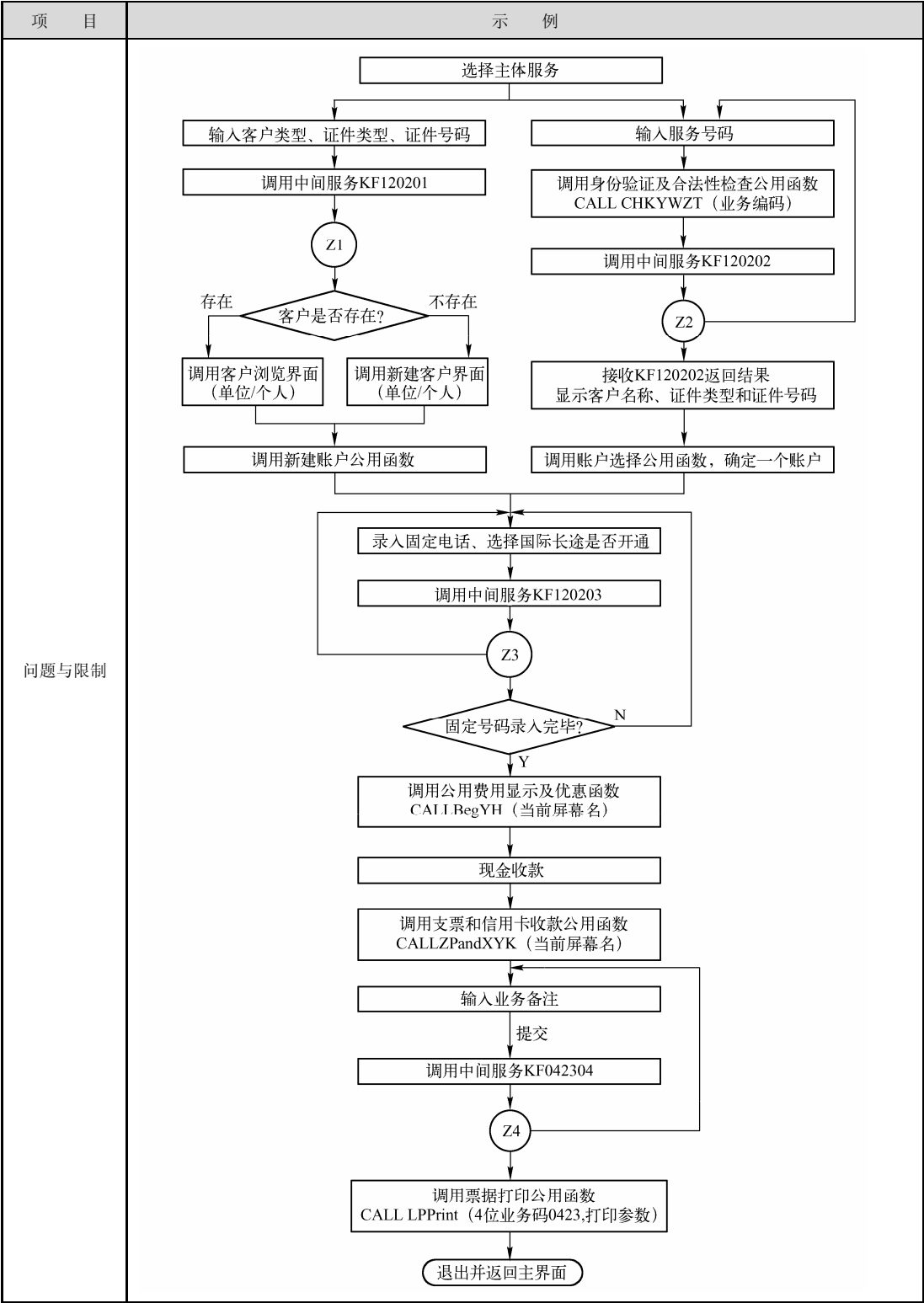
表 C-4 客户服务系统《详细设计说明书》组成部分

项 目	示 例
功能综述	固定用户后付费 IP 业务是基于 ETSI GSM CAMEL PHASE2 标准的 900/1800MHz 公用数字移动通信智能网的新业务。固定电话用户可在系统中建立后付费账号，可以用该账号进行 IP 电话呼叫
业务流程	
子系统 模块划分	<ul style="list-style-type: none">● 用户开户：用户经申请由营业人员核实资料后在 SMAP 上为其开户，用户无须预充值● 用户注销：用户可以注销自己的账号或用户欲更换电话号码时，可通过注销后重新开户方式完成。用户销户必须在营业前台交清相关费用后方可办理相关注销手续● 密码修改：用户在开户时将为其账号提供用户密码，用户密码为 6 位。用户在对其账号进行加锁或解锁操作时，必须提供正确的用户密码● 账号加锁：用户可以对自已的账号加锁，加锁后的账号必须提供正确的用户密码才能使用。用户只能对自已的账号进行加锁或解锁操作● 账号解锁：用户可以对自已的账号解锁，解锁后的账号可以直接使用
子系统 功能点详述	表 C-5 为 IP 直通车《详细设计说明书》开户部分

表 C-5 IP 直通车《详细设计说明书》开户部分

项 目		示 例																																															
功能点 信息		<table><tr><td>编号：</td><td colspan="3">CustSvr_000901</td><td>业务编码：</td><td colspan="3">Busi_custsvr_new</td></tr><tr><td>中文名：</td><td colspan="3">IP 直通车申请</td><td>隶属模块：</td><td colspan="3">前台营业受理</td></tr><tr><td>上级模块：</td><td colspan="3">新业务</td><td>编码语言：</td><td colspan="3">DELPHI/PRO*C</td></tr><tr><td>开发人：</td><td>张三</td><td>日期：</td><td>2009-1-1</td><td>编写人：</td><td>李四</td><td>审核：</td><td>王五</td></tr><tr><td>修订说明：</td><td colspan="7"></td></tr></table>								编号：	CustSvr_000901			业务编码：	Busi_custsvr_new			中文名：	IP 直通车申请			隶属模块：	前台营业受理			上级模块：	新业务			编码语言：	DELPHI/PRO*C			开发人：	张三	日期：	2009-1-1	编写人：	李四	审核：	王五	修订说明：							
		编号：	CustSvr_000901			业务编码：	Busi_custsvr_new																																										
		中文名：	IP 直通车申请			隶属模块：	前台营业受理																																										
		上级模块：	新业务			编码语言：	DELPHI/PRO*C																																										
		开发人：	张三	日期：	2009-1-1	编写人：	李四	审核：	王五																																								
修订说明：																																																	
功能综述		客户向营业人员提供自己的固定电话号码以及能够证实身份的有效证件，当营业人员核实该客户的资料后在 SMAP 上为其开户，系统为该客户建立新的用户资料（tab_cust_info）、服务信息（tab_serv_info）和账户信息（tab_acct_info）																																															
业务流程		<div><div>开始</div><div>前台选择IP直通车业务</div><div>输入用户固定电话号码</div><div>后台查询相关客户信息</div><div>正常吗？</div><div>无客户信息</div><div>确认申请吗？</div><div>后台建立信息处理单元</div><div>创建成功？</div><div>返回成功信息</div><div>结束</div></div>																																															

项 目	示 例				
界面设计 与说明					
函数/方法 (部分)	模块编号:		CustSvr_000901		
	模块名称:		IP 直通车用户信息新建接口服务		
	功能描述:		根据输入数据，建立 IP 直通车用户信息新建		
	接口定义:		void CustSvr_000901 (TPSVCINFO *rqst)		
	参数描述:	lbusi_no	Char	业务流水号【20+1】	
		lbusi_area	Char	归属营业区【2+1】	
		lbusi_code	Char	营业点代码【5+1】	
		Iphone_num	Char	用户固定电话号码【15+1】	
		luser_pwd	Char	用户密码【20+1】	
	返 回 值:		00000: 成功返回 E0001: 用户新建失败 E0002: 服务信息新建失败 E0003: 账户信息新建失败 E0004: 账户组合信息新建失败 E0005: 电子工单表新建失败 E0006: 业务记录表新建失败 E0007: 查询客户信息失败		
	备注		使用表清单：用户资料（tab_cust_info）、服务信息（tab_serv_info）和账户信息（tab_acct_info） 业务表：电子工单（tab_work_flow）、业务记录表（tab_busi_info）		
问题与限制					
根据业务，IP 直通车申请业务分为已有用户申请（使用手机号码申请，绑定已有用户的客户、账户资料）和全新用户（使用协议号码申请，系统自动产生用户的客户标识、用户标识、账户标识）申请。所以，将 IP 直通车用户新建后台服务修改如下：					



C.5 编写程序

本系统为了能够更好、更快地开发出适应需求要求的系统，经过分析比较，采用以下环境进行设计、开发，如表 C-6 所示为客户服务系统环境配置。

表 C-6 客户服务系统环境配置

项 目	类 型	内 容
客户端	营业厅	Windows 2000 以上
	自助终端	Windows 2000 以上
服务器端	Web 服务器	Windows Server 2003
	应用服务器	SUN Solaris 8
	数据库服务器	SUN Solaris 8
开发语言	C/S 模式前台	Borland C++ Builder 6
	B/S 模式前台	Java
	C/S 模式后台	Pro*C 或 OCI
	B/S 模式后台	Jbuilder 9
	数据库	Oracle 9i
	部署工具	Weblogic 8.0
系统架构	三层 C/S/S 结构，即 客户/应用服务器/数据库服务器	

对于编码有严格的编码规范，主要是对该语言中的各种要素（宏、类型定义、变量、结构定义、函数定义）的命名规范，格式（缩进、空格、空行、行宽和折行）编写规范，语句（if、switch、do、while、for 等）书写规范和文件注释规范组成。以下用本系统中在应用服务器上执行的、使用 pro*c 编写的 IP 直通车业务中的部分编码进行示例说明：

```

/*****
文件名称: CustSvr_000901.cp
模块: 客服系统业务处理
*****/
```

描述: IP 直通车业务

返回: 0: 正常, -1: 错误

版本: 1.0.0

更新: 2009.8.6

作者: 张三

备注:

*****/

```
#include "cust_serv_public.h"
```

```
EXEC SQL INCLUDE SQLCA;
```

*****/

函数名称: get_tabname()

项目: 客户服务系统

模块: IP 直通车用户申请—获取入库日期格式的表名

描述: 调用存储过程新获取入库日期 (yymm)

参数: 表名

返回: 0:成功 -1:失败

版本: 1.0.0

更新: 2009.8.7

作者: 张三

备注:

*****/

```
int get_tabname(char *Otabname)
```

```
{
```

```
    EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
```

```
        char v_get_time[4 + 1];           //日期变量声明
```

```
    EXEC SQL END DECLARE SECTION;
```

```
    /*变量初始化*/
```

```
    memset(v_get_time, '\0', sizeof(v_get_time));
```

```
    /*调用存储过程*/
```

```
    EXEC SQL EXEC busi.proc_cust_svr_get_time "2", :v_get_time OUTPUT;
```

```
    if(sqlca.sqlcode != 0)
```

```
    {
```

```
        /*写系统错误日志并退出*/
```

```
        userlog("get v_get_time ERROR: sqlcode = %d\n",sqlca.sqlcode);
```

```
        return -1;
```

```
    }
```

```
    else
```

```
    {
```

```
        /*正常返回*/
```

```
        strcat(Otabname, v_get_time);
```

```
        return 0;
```

```
    }
```

C.6 软件测试

表 C-7 客户服务系统测试文档部分示例

项 目	说 明																		
目标	前台所有测试用例执行，覆盖主要流程																		
预期读者	双方的开发人员、测试人员和系统维护人员																		
作用	用于描述客户管理系统开发项目测试所要遵循和使用的测试用例、测试方法、环境及软硬件工具																		
资源需求	<div><div>资源需求</div><div>硬件需求</div><table><tr><th>资源</th><th>描述</th><th>数量</th></tr><tr><td>应用服务器</td><td></td><td>1</td></tr><tr><td>数据库服务器</td><td></td><td>1</td></tr><tr><td>CLEARQUEST 服务器</td><td></td><td>1</td></tr></table><div>软件需求</div><table><tr><th>软件</th><th>描述</th><th>数量</th></tr><tr><td>CLEARQUEST</td><td>缺陷跟踪</td><td>1套</td></tr></table></div>	资源	描述	数量	应用服务器		1	数据库服务器		1	CLEARQUEST 服务器		1	软件	描述	数量	CLEARQUEST	缺陷跟踪	1套
资源	描述	数量																	
应用服务器		1																	
数据库服务器		1																	
CLEARQUEST 服务器		1																	
软件	描述	数量																	
CLEARQUEST	缺陷跟踪	1套																	
测试用例	<div><div>操作员管理</div><div>操作员管理</div><table><tr><td>功能名称:</td><td>操作员管理</td><td>案例编号:</td><td>TEST-SYS-104</td></tr><tr><td>测试模块:</td><td>操作员管理</td><td>测试类型:</td><td>集成测试</td></tr><tr><td>测试日期:</td><td>2009-8-20</td><td>测试人:</td><td>张三</td></tr></table><div>测试目标:</div><div>对使用本系统的操作员的权限进行管理</div><div>输入数据 & 操作步骤:</div><div><div>1. 以系统管理员身份登录系统—用户名 ONE, 密码 000000;</div><div>2. 选择操作员管理下操作员管理</div><div>3. 单击增加;</div><div>4. 输入姓名—刘一;</div><div>5. 输入密码—000000;</div><div>6. 确认密码—000000;</div><div>7. 选择红杏单权限—有;</div><div>8. 选择证件类型—身份证;</div><div>9. 输入证件号码—102109198001012998;</div><div>10. 单击确认;</div></div><div><div>预期结果:</div><div>增加成功。</div><div>测试结果记录:</div><div>过程文档参见 CQ, 最终结果正确。</div></div><div>审查结果:</div><div><div><input checked="" type="checkbox"/> 该功能正确</div><div><input type="checkbox"/> 该功能不正确, 请说明:</div></div><div><div>审查日期:</div><div></div><div>审查人:</div><div></div></div></div>	功能名称:	操作员管理	案例编号:	TEST-SYS-104	测试模块:	操作员管理	测试类型:	集成测试	测试日期:	2009-8-20	测试人:	张三						
功能名称:	操作员管理	案例编号:	TEST-SYS-104																
测试模块:	操作员管理	测试类型:	集成测试																
测试日期:	2009-8-20	测试人:	张三																

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市海淀区万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036